



CONSC REVISTA DEL SILADIN DEL CCH CIENCIA

Revista Semestral
Año 1, Número 4
Agosto 2020

Migración del mundo macroscópico al nanoscópico

en las hibridaciones del carbono
con Avogadro Software

Carlos Gilberto Aranda Bravo, Mireya Monroy Carreño, Patricia Monroy Carreño, Aldo Nicolás Arenas García, Ruth Paulina Martínez Victoria, Maritza López Recillas, Sandra Guzmán Aguirre, Norma Carolina Sánchez Aranda, José Luis Eduardo Álvarez Hernández, María Fernanda Tapia Martínez, Cecilia Espinosa Muñoz, Alfredo César Herrera Hernández, Pilar Rodríguez Arcos, Emilian Yosire Martínez Nava.



Dr. Enrique Graue Wiechers

RECTOR

Dr. Leonardo Lomelí Vanegas

SECRETARIO GENERAL

Dr. Alfredo Sánchez Castañeda

ABOGADO GENERAL

Dr. Luis Álvarez Icaza Longoria

SECRETARIO ADMINISTRATIVO

Dr. Alberto Ken Oyama Nakagawa

SECRETARIO DE DESARROLLO INSTITUCIONAL

Lic. Raúl Arcenio Aguilar Tamayo

SECRETARIO DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD UNIVERSITARIA

Mtro. Néstor Martínez Cristo

DIRECTOR GENERAL DE COMUNICACIÓN SOCIAL



ESCUELA NACIONAL

COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES



Dr. Benjamín Barajas Sánchez

DIRECTOR GENERAL

Mtra. Silvia Velasco Ruiz

SECRETARIA GENERAL

Lic. María Elena Juárez Sánchez

SECRETARIA ACADÉMICA

Lic. Rocío Carrillo Camargo

SECRETARIA ADMINISTRATIVA

Mtra. Patricia García Pavón

SECRETARIA DE SERVICIOS

DE APOYO AL APRENDIZAJE

Lic. Miguel Ortega del Valle

SECRETARIA DE PLANEACIÓN

Lic. Mayra Monsalvo Carmona

SECRETARIA ESTUDIANTIL

Lic. Víctor Manuel Sandoval González

SECRETARIO DE PROGRAMAS INSTITUCIONALES

Lic. Héctor Baca Espinoza

SECRETARIO DE COMUNICACIÓN INSTITUCIONAL

Ing. Armando Rodríguez Arguijo

SECRETARIO DE INFORMÁTICA

DIRECTORES DE LOS PLANTELES

Dr. Javier Consuelo Hernández

AZCAPOTZALCO

Mtro. Keshava Quintanar Cano

NAUCALPAN

Lic. Maricela Delgado González

VALLEJO

Lic. Víctor Efraín Peralta Terrazas

ORIENTE

Mtro. Luis Aguilar Almazán

SUR

PRESENTACIÓN

Dr. Benjamín Barajas Sánchez 5

FÍSICA

Migración del mundo macroscópico al nanoscópico
en las hibridaciones del carbono con Avogadro Software

Carlos Aranda-Bravo

Plantel Vallejo 7

Electricidad en el hogar

Mireya Monroy Carreño y Patricia Monroy Carreño

Plantel Vallejo 18

Comprendiendo el sonido y la flauta de pan

Aldo Nicolás Arenas García

Plantel Oriente

Ruth Paulina Martínez Victoria

Plantel Vallejo 30

QUÍMICA

Los multireactivos como estrategia para evaluar habilidades
científicas

Maritza López Recillas

Plantel Naucalpan

Sandra Guzmán Aguirre

Plantel Sur 41



Efecto del aceite esencial de cardamomo
(*Elettaria cardamomum*) sobre bacterias bucales
Norma Carolina Sánchez Aranda, José Luis Eduardo Álvarez Hernández
y María Fernanda Tapia Martínez
Plantel Sur 49

Pinta con betabel, espinaca y nuez
Cecilia Espinosa Muñoz y Alfredo Cesar Herrera Hernández
Plantel Oriente 57

La química del gorgojo chino
Pilar Rodríguez Arcos y Alfredo César Herrera Hernández
Plantel Oriente 64

METEOROLOGÍA

Contrastes climáticos entre las zonas Oriente y Sur de la CDMX,
con datos históricos y Red-PEMBU de 2014 a 2018
Emilian Yosire Martínez Nava
Plantel Oriente 75



CONSC REVISTA DEL SILADIN DEL CCH CIENCIA

Revista semestral / Número 4/ Agosto 2020

La Pandemia de COVID-19, provocada por el virus SarsCov-2, ha modificado las condiciones del trabajo académicas y de iniciación a la investigación que se realiza en el colegio, haciendo una labor 100% en línea y a distancia por tiempo indefinido, pero demostrando que la investigación se puede realizar bajo estas condiciones, para lo cual los profesores actualizados en el manejo de los recursos digitales realizan trabajos de investigación de las Ciencias experimentales con un grupo de alumnos cumpliendo con objetivos académicos.

El docente como promotor de la iniciación a la investigación logra captar vocaciones científicas motivar y guiar a los alumnos que así lo deseen incluyendo trabajos de investigación tanto documental, como experimental y de campo. Estos trabajos de Física, Química y Meteorología permiten al alumno desarrollar habilidades de indagación y selección de información, organización y planeación, desarrollo de expresión oral y escrita, análisis de resultados obtenidos, presentación y explicación de los fenómenos.

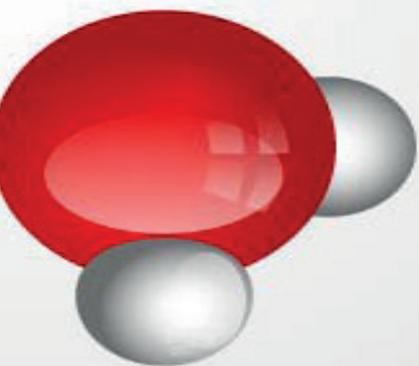
En la Revista conciencia del SILADIN, pretende ser un espacio para que los profesores muestren los diferentes elementos que pueden enriquecer el trabajo curricular y extracurricular permitiendo el desarrollo de trabajos de divulgación y de iniciación a la investigación, en Física, Química y Meteorología con el sello propio de cada uno de los integrantes de los 8 grupos de trabajo que presentan sus artículos en la presente revista.

Dr. Benjamín Barajas Sánchez
Director del Colegio de Ciencias y Humanidades

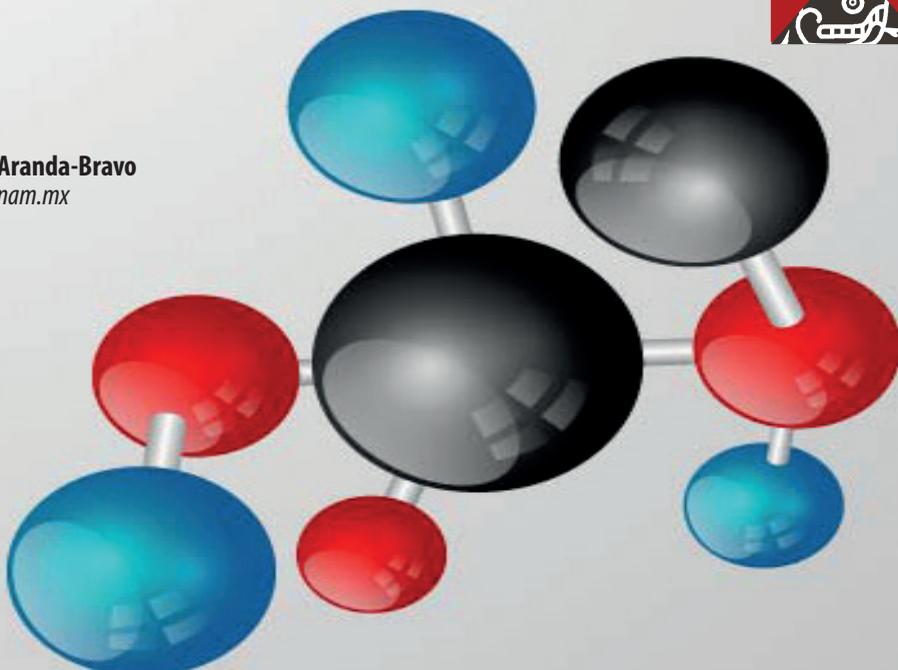


Migración del mundo macroscópico al nanoscópico

en las hibridaciones del carbono
con Avogadro Software



Carlos Gilberto Aranda-Bravo
carlosabq21fq@unam.mx
Plantel Vallejo



FÍSICA



Resumen

En este trabajo se presenta una alternativa para abordar el aprendizaje 6 del Programa Actualizado de Química IV (versión 2016) de manera macroscópica a nanoscópica, utilizando la interdisciplina con aprendizajes del programa de Física III y Matemáticas IV. También se detalla el uso de una herramienta didáctica en el diseño molecular de estructuras Químicas (Avogadro Software).

Palabras clave: Avogadro Software, hibridación metano (C_{sp^3}), etano (C_{sp^2}) y etino (C_{sp}).

Introducción

La interdisciplina se lleva a cabo en varios aprendizajes de las asignaturas de Biología, Física, Matemáticas y Química del Colegio de Ciencias y Humanidades, un caso particular ocurre en el aprendizaje 6 de la primera unidad del nuevo programa de Química IV “Comprende la geometría de los compuestos del carbono en relación con la formación de enlaces sencillos, dobles y triples” (Ayala Espinosa y otros, 2016), donde aprendizajes como geometría, analítica y vectorial son tomados en los programas de Física III y Matemáticas III.

La temática del aprendizaje 6 es geometría de las moléculas con nivel tres de profundidad, desarrollando las estructuras tetraédricas para alcanos (carbonos con hibridación sp^3); trigonal plana para alquenos (carbonos con hibridación sp^2) y lineal para alquinos (carbonos con hibridación sp).

Existen parámetros que, desde un punto de vista físico, químico y matemático, son importantes en el diseño de una estructura química, por ejemplo, en el caso del metano —que corresponde a un tetraedro—, la longitud de enlace carbono-hidrógeno es de 1.109 Å (1.109×10^{-10} m), y el ángulo de enlace hidrógeno-carbono-hidrógeno es de 109.5°.

Cuando a los alumnos se les solicita realizar una investigación de la longitud y ángulo de enlace, las localizan con mucha precisión y exactitud en la literatura (McMurry, 2008), sin embargo, la intención es que los estudiantes reflexionen en la concepción de una molécula como un cuerpo que ocupa un volumen en el espacio y que no está inscrita a un solo plano, es decir, que cubre la forma de un tetraedro, la cual comprende un volumen en una región espacial.

El lenguaje formal para expresar postulados, modelos y leyes se realiza a través del lenguaje matemático que permite comprender la mayoría de los fenómenos que ocurren en la naturaleza, conocer parámetros de puntos en un espacio, o vectores que permiten vislumbrar el cálculo de propiedades moleculares, como longitud y ángulo de enlace.

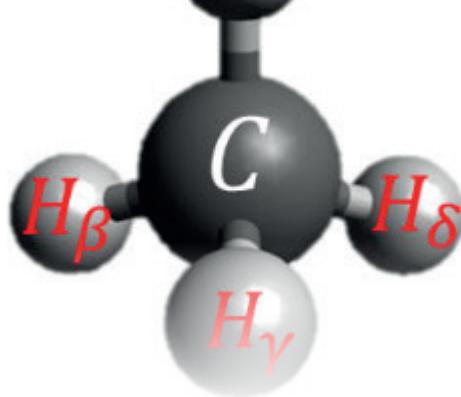
Sin duda, el uso de herramientas digitales, como los *softwares*, permiten la visualización de moléculas y procesos en dimensiones nanoscópicas. Muchas de estas herramientas están disponibles y el usuario fácilmente las puede descargar de la red sin ningún costo, además, no es necesario estar conectado a la red para emplearlas.

Dos herramientas que han demostrado su utilidad en la edición de estructuras y procesos químicos son ACDLabs (Advanced Chemistry Development, 2015) y Avogadro Software (Hanwell y otros, 2012), ambos paquetes cuentan con versiones gratuitas descargables para usos educativos y de investigación.

En este trabajo se describirá la utilidad que tiene Avogadro Software (Aranda Bravo, 2019) en cumplimiento del aprendizaje 6 de la primera unidad del programa actualizado de Química IV, relacionándolo con asignaturas como Matemáticas III y IV y Física I y II.

Material y equipo

En esta sección se detallarán los materiales y equipos para la construcción didáctica del aprendizaje 6 de la primera unidad del programa actualizado de Química IV, cubriendo una ruta de trabajo de lo macro a lo nanoscópico, considerando los datos de posiciones vectoriales de carbono e hidrógeno en las moléculas de metano, eteno y etino, obtenidos a través de Avogadro Software.



En los laboratorios curriculares se cuenta con “modelos moleculares” molymod®, que sirven para la representación molecular a gran escala de compuestos orgánicos e inorgánicos. Para el cumplimiento del aprendizaje es necesario contar con “átomos de carbono” (seis piezas), “átomos de hidrógeno” (catorce piezas), “enlaces medios” (veinte piezas de color gris) y con los “enlaces flexibles” (doce piezas en color gris) del blíster molymod.

Para que sean más explícitas las geometrías del metano, el eteno y el etino, tetraédrica, trigonal plana y lineal, respectivamente, se requiere de un “kit de átomos de carbono e hidrógeno” conformados por cinco pelotas de unicel del número 3 (cada pelota representa a un átomo de carbono) y diez pelotas de unicel del número 1 (cada pelota representa a un átomo de hidrógeno), varios palillos de dientes (cada uno de ellos sirve como la representación de un enlace), además de diez limpiapipas de color negro para que les ayude a visualizar los contornos de las estructuras químicas, que son consistentes con formas geométricas del tetraedro, trigonal plana y lineal.

Para obtener las coordenadas de posición de los elementos que conforman la representación molecular del metano, el eteno y el etino (vectores de posición de carbono e hidrógeno) se empleó Avogadro Software en su versión libre.

Desarrollo

Se solicita a los estudiantes realizar “un juego”, las reglas principales son:

1. Realizar la representación en el cuaderno de compuestos con carbono e hidrógeno de tres hidrocarburos (metano, eteno y etino).
2. El carbono debe tener cuatro enlaces.
3. El hidrógeno sólo tiene un enlace.

Una vez que los alumnos han obtenido en su cuaderno las estructuras químicas correspondientes al metano, el eteno y el etino, se solicita a los estudiantes representar sus estructuras con los “modelos atómicos” moly-mod, como se muestra en la Figura 1.

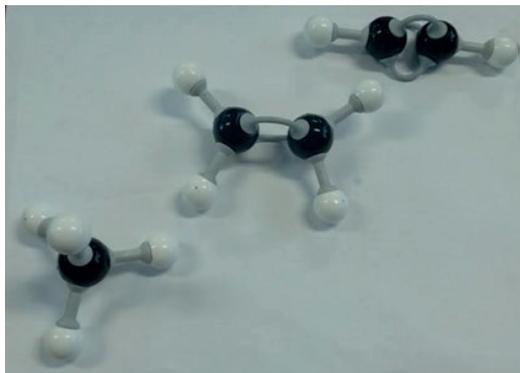


Figura 1. De izquierda a derecha se encuentran representadas las moléculas de metano, eteno y etino, con los modelos moly-mod.

1, los enlaces estarán formados por palillos de madera.

Solicitando traspasar el “átomo de hidrógeno” con el palillo de madera, después con un limpiapipas sujetar los extremos del palillo, para que de esta manera los alumnos identifiquen las estructuras: tetraédrica, trigonal plana y lineal de los compuestos solicitados, como se muestra a continuación:



Figura 2. De izquierda a derecha representación tetraédrica del metano, trigonal plana del eteno y lineal del etino.

Las representaciones descritas en la Figura 2 les permiten a los alumnos visualizar desde un punto de vista macro la conformación de los planos que constituyen a las moléculas propuestas en tres dimensiones.

El primer paso al nivel nanoscópico en este trabajo se realizan con las coordenadas atómicas de las estructuras químicas estudiadas, obtenidas con Avogadro Software, por ejemplo, para dibujar el metano la ruta es la siguiente: ir al menú herramienta de dibujo “Draw Tool”, que aparece como un lápiz en el entorno del software; después dibuje un carbono dando un clic sobre el lienzo de edición por programación del *software* despliega al metano automáticamente, con la herramienta de autooptimización “Auto Optimization”, aplique un campo de fuerza

para el metano por programación el campo de fuerza que tiene es el UFF (Universal Force Field); no obstante, existen otros que pueden ser utilizados por los usuarios. Apretar el botón “Start” para que inicie la optimización de la molécula en función de la fuerza utilizada, este proceso termina cuando se observa en la pantalla el diferencial de energía en cero ($dE = 0$), una vez obtenida la optimización de la molécula detenga el proceso con el botón de “Stop”; después vaya a la pestaña de observar

“View”, localice el submenú de propiedades “Properties”, que despliega las propiedades de: molécula, átomos, enlace, ángulo, torsión (ángulos diedros) y confórmero más estable (representación conformacional de una molécula en su mínima energía); en este caso solicite a los alumnos escribir las coordenadas que aparecen en las propiedades atómicas “Atom Properties” con la parametrización (x,y,z) , la cual se encuentra con unidades de Angstroms.

Metano

Las posiciones (x,y,z) , para una representación del metano obtenidos con Avogadro Software, son mostradas en la tabla 1:



Tabla 1. Parámetros de posición de los elementos que conforman a la molécula de metano.

Átomo	$x/\text{Å}$	$y/\text{Å}$	$z/\text{Å}$
C	-1.4671	-2.0016	0.4655
H_{α}	-0.3577	-2.0016	0.4655
H_{β}	-1.8369	-2.3578	1.4490
H_{γ}	-1.8369	-2.6752	-0.3346
H_{δ}	-1.8369	-0.9718	0.2823

Nota: los parámetros de posición pueden variar de acuerdo a la perspectiva donde se editó la imagen de la molécula, pero las distancias y ángulos obtenidos con los procesos vectoriales no son variables, esto le sirve al profesor para que en equipos o individualmente, los alumnos obtengan las propiedades de enlace y ángulo en las estructuras solicitadas.

La imagen del metano editada en Avogadro Software se muestra a continuación en la Figura 3:

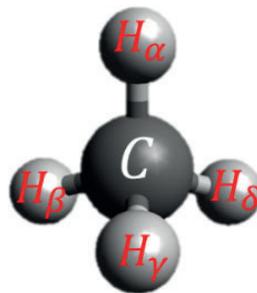


Figura 3. Metano editado con Avogadro Software.

Los alumnos deben realizar la parametrización de cada uno de los átomos que constituyen la molécula de metano, para ello el profesor debe solicitar que realicen una resta vectorial, donde el carbono quede en el origen, es decir, el punto (0, 0, 0) y los hidrógenos en las longitudes de enlace correspondientes a los segmentos ($\overline{CH_\alpha}$, $\overline{CH_\beta}$, $\overline{CH_\gamma}$ y $\overline{CH_\delta}$).

$$\overline{CH_\alpha} = (-0.3577, -2.0016, 0.4655)$$

$$-(-1.4671, -2.0016, 0.4655)$$

$$\overline{CH_\alpha} = (1.1094, 0.0000, 0.0000)$$

Como se puede observar en el segmento carbono hidrógeno “alfa” ($\overline{CH_\alpha CH_\alpha}$), se obtiene un punto que sólo tiene una coordenada en “xx”, además, este punto consiste con el valor de longitud de enlace que es de 1.09 Å (McMurry, 2008).

Para los siguientes segmentos (longitud de enlace) se realiza la misma operación como se muestra a continuación:

$$\overline{CH_\beta} = (-1.8369, -2.3578, 1.4490)$$

$$-(-1.4671, -2.0016, 0.4655)$$

$$\overline{CH_\beta} = (-0.3698, -0.3562, 0.9834)$$

$$\overline{CH_\gamma} = (-1.8369, -2.6752, -0.3346)$$

$$-(-1.4671, -2.0016, 0.4655)$$

$$\overline{CH_\gamma} = (-0.3698, -0.6736, -0.8002)$$

$$\overline{CH_\delta} = (-1.8369, -0.9718, 0.2823)$$

$$-(-1.4671, -2.0016, 0.4655)$$

$$\overline{CH_\delta} = (-0.3698, 1.0298, -0.1833)$$



Cada norma obtenida representa el valor de longitud de enlace, por ejemplo, para el segmento carbono-hidrógeno delta ($|\overline{CH_\delta}|$), el valor es el siguiente:

$$|\overline{CH_\delta}| = \sqrt{(-0.3698)^2 + (1.0298)^2 + (-0.1833)^2}$$

$$|\overline{CH_\delta}| = 1.11 \text{ \AA}$$

La norma del segmento carbono-hidrógeno delta, corresponde a la longitud de enlace (C - H) del metano y es consistente con la literatura 1.09 \AA (McMurry, 2008).

Para determinar el ángulo de enlace es necesario relacionar al coseno de dos segmentos (longitud de enlace).

Para los segmentos $\overline{CH_\alpha}$ y $\overline{CH_\gamma}$, el coseno θ es el producto escalar de ambos segmentos, con respecto al producto de sus normas, como se presenta a continuación:

$$\cos(\theta) = \frac{\overline{CH_\alpha} \cdot \overline{CH_\gamma}}{|\overline{CH_\alpha}| |\overline{CH_\gamma}|}$$

$$\cos(\theta) = \frac{-0.4103}{1.2308}$$

$$\cos(\theta) = -0.3333$$

$$\theta = \cos^{-1}(-0.3333)$$

$$\theta = 109.47^\circ$$

El resultado para el ángulo θ , es consistente con los resultados de la literatura 109.5° (McMurry, 2008).

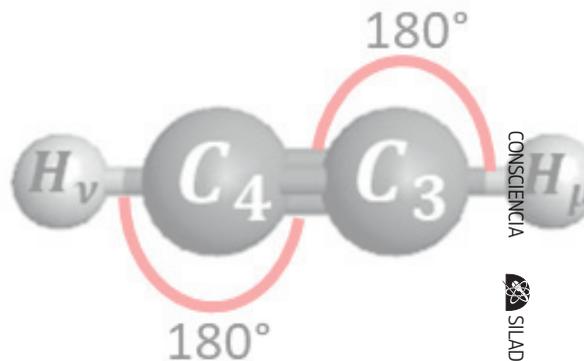
Para el eteno y el etino es prácticamente el mismo proceso de edición, sólo se debe elegir el orden de enlace "Bond Order" el doble y triple enlace, respectivamente.

Eteno

Las posiciones iniciales de los elementos que conforman la molécula de eteno, se encuentran en la tabla 2:

Tabla 2. Posiciones iniciales de los átomos que conforman a la molécula del etino.

Átomo	x/ \AA	y/ \AA	z/ \AA
C ₁	-1.3295	0.0553	0.0000
C ₂	0.0000	0.0000	0.0000
H _ε	-1.8818	-0.0321	-0.9304
H _ζ	-1.8727	0.1882	0.9304
H _η	0.5431	-0.1329	-0.9304
H _κ	0.5523	0.0874	0.9304



Los segmentos que hay en la formación del eteno son $\overline{C_1C_2}$, $\overline{C_1H_\epsilon}$, $\overline{C_1H_\zeta}$, $\overline{C_2H_\eta}$ y $\overline{C_2H_\kappa}$, en la tabla 3 son presentadas las posiciones (x, y, z) de cada segmento:



Tabla 3. Posiciones de los segmentos que conforman a la molécula del eteno en Angstroms

Segmento	x/ Å	y/ Å	z/ Å
$\overline{C_1C_2}$	1.3295	-0.0553	0.0000
$\overline{C_1H_\epsilon}$	-0.5523	-0.0874	-0.9304
$\overline{C_1H_\zeta}$	-0.5431	0.1329	0.9304
$\overline{C_2H_\eta}$	0.5431	-0.1329	-0.9304
$\overline{C_2H_\kappa}$	0.5523	0.0874	0.9304

Las normas de los distintos segmentos del eteno corresponden a las longitudes de enlace reportadas en la literatura (McMurry, 2008).

La longitud de enlace para ($C = C$) es igual a la norma del segmento $|\overline{C_1C_2}| = 1.33 \text{ Å}$ y la longitud del enlace ($C - H$) es igual a las normas de los segmentos $|\overline{C_1H_\epsilon}|$, $|\overline{C_1H_\zeta}|$, $|\overline{C_2H_\eta}|$ y $|\overline{C_2H_\kappa}| = 1.085 \text{ Å}$, en la tabla 4 se comparan ambos resultados con la literatura (McMurry, 2008).



Tabla 4. Longitudes de enlace de la molécula del eteno.

Enlace	A.S./ Å	Literatura/ Å
$C = C$	1.33	1.34
$C - H$	1.085	1.087

Donde A.S. es Avogadro Software.

Los ángulos de enlace obtenidos en Avogadro Software, Figura 4, se muestran a continuación:

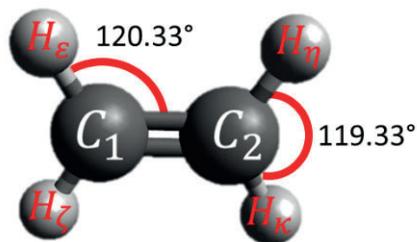


 Figura 4. Ángulos de la molécula de eteno.

Los resultados obtenidos para el ángulo de enlace con Avogadro Software son comparados con los de la literatura (McMurry, 2008), en la tabla 5:

 Tabla 5. Ángulos de enlace para la molécula del eteno.

Segmentos	Ángulo/ grados	
	Literatura	Avogadro Software
$\overline{C_1C_2}$ y $\overline{C_1H_\epsilon}$	121.3	120.33
$\overline{C_1C_2}$ y $\overline{C_1H_\zeta}$	121.3	120.33
$\overline{C_1C_2}$ y $\overline{C_1H_\eta}$	121.3	120.33
$\overline{C_1C_2}$ y $\overline{C_1H_\kappa}$	121.3	120.33
$\overline{C_1H_\epsilon}$ y $\overline{C_1H_\zeta}$	117.4	119.33
$\overline{C_2H_\eta}$ y $\overline{C_2H_\kappa}$	117.4	119.33

De acuerdo con los resultados de la Tabla 5, los resultados obtenidos con Avogadro Software son más próximos a los 120°, que es un valor en teoría esperado.

Una forma común de explicar estos ángulos de enlace es mediante la teoría de Repulsión de los Pares de Electrones de la Capa de Valencia (teoría RPECV): los pares de electrones se repelen entre sí, y los enlaces y los pares de electrones no enlazados alrededor de un átomo central están separados por los ángulos más grandes posibles. Un ángulo de 109.5° es la mayor separación posible para cuatro pares de electrones 120° es la más grande para tres pares y 180° es la mayor separación para dos pares (Wade, 2012).

Etino

Las posiciones del etino son mostradas a continuación en la Tabla 6.



Tabla 6. Posiciones iniciales de los átomos que conforman a la molécula del etino.

Átomo	x/ Å	y/ Å	z/ Å
C ₃	1.2053	0.0000	0.0000
C ₄	0.0000	0.0000	0.0000
H _μ	2.2637	0.0000	0.0000
H _ν	-1.0584	0.0000	0.0000

Los segmentos que hay en la representación del etino son tres $\overline{C_3C_4}$, $\overline{C_3H_\mu}$ y $\overline{C_4H_\nu}$, los resultados de longitud de enlace son las normas de cada segmento y se encuentran comparados con los resultados obtenidos con Avogadro Software y la literatura (McMurry, 2008) en la Tabla 7.



Tabla 7. Longitudes de enlace para molécula del etino.

Enlace	A.S./ Å	Literatura/ Å
C ≡ C	1.2053	1.2000
C - H	1.0584	1.0600

Los resultados de longitud de enlace obtenidos con la parametrización de Avogadro Software son muy similares a los descritos en la literatura.

El valor del ángulo θ en la molécula del etino se obtiene como se muestra a continuación:

$$\theta = \cos^{-1} \left(\frac{\overline{C_3C_4} \cdot \overline{C_3H_\mu}}{|\overline{C_3C_4}| |\overline{C_3H_\mu}|} \right)$$

$$\theta = \cos^{-1} \left(\frac{\overline{C_3C_4} \cdot \overline{C_4H_\nu}}{|\overline{C_3C_4}| |\overline{C_4H_\nu}|} \right)$$

$$\theta = \cos^{-1} \left(\frac{(-1.2053)(1.0584)}{(1.2053)(1.0584)} \right)$$

$$\theta = 180^\circ$$

En la Figura 5 se muestra la imagen de la molécula de etino obtenida con Avogadro Software.

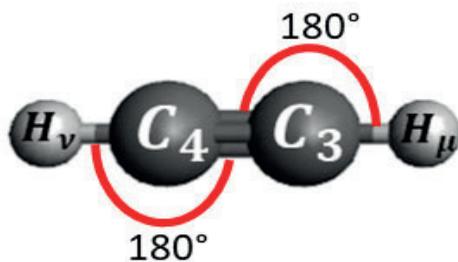


Figura 5. Molécula de etino.

Los resultados de longitud y ángulo de enlace son muy consistentes con la teoría de Repulsión de los Pares de Electrones de la Capa de Valencia (teoría RPECV).

Conclusiones

Se realizó la modelación de tres moléculas orgánicas con los Blister molymod® y con esferas de unicel que les permite a los alumnos identificar de manera macroscópica las geometrías tetraédrica, trigonal plana y lineal de las estructuras del metano, el eteno y el etino, respectivamente.

Avogadro Software permite parametrizar a los elementos que conforman a las moléculas de metano, el eteno y el etino en sus representaciones espaciales, a través del producto escalar e identidades trigonométricas, el alumno obtiene los resultados de longitud y ángulo de enlace de las distintas moléculas estudiadas en este trabajo.

Las distintas maneras de representar a las estructuras químicas de este trabajo, les permite a los alumnos visualizar la relación que tiene la materia con el espacio, migrando de una concepción macroscópica a una nanoscópica de la materia, además, fomenta el uso de distintas herramientas y técnicas de aprendizaje que los alumnos han obtenido durante su proceso de formación como estudiante de bachillerato.

Bibliografía

Advanced Chemistry Development. (2015). "ACD/ChemSketch Version 2012 for Microsoft Windows". En *Drawing Chemical Structures and Graphical Images*. Advanced Chemistry Development.

Aranda Bravo, C. G. (16 de febrero de 2019). "Pasos para descargar Avogadro Software". Recuperado de https://drive.google.com/file/d/1IFrKPILJcokZFfBRg_qLa9JT-4dFgcNZ/view?usp=sharing

Ayala Espinosa, L., Benítez Salgado, L. G., Castelán Sánchez, M. O., Crespo y Mena, J. L., Hernández Ángeles, S., Lira Vázquez, G. y Zenteno Mendoza, B. E. (2016). *Programas de Estudio Área de Ciencias Experimentales Química III - IV*. México: UNAM-CCH.

Hanwell, M., Lonie, D., Curtis, D., Vandermeersch, T., Zurek, E. y Hutchison, G. (2012). "Avogadro: And advanced semantic chemical editor, visualization, and analysis platform". En *Journal of Cheminformatics*, 4, pp.1-17.

McMurry, J. (2008). "Estructura y enlaces". En *Química Orgánica*. México: Cengage, pp.12-19.

Wade, L. (2012). "Hibridación y formas". En *Química Orgánica vol. 1*. México: Pearson, p. 46.

Electricidad en el hogar

Asesores

Mireya Monroy Carreño

mireya.monroy@cch.unam.mx

Plantel Vallejo

Patricia Monroy Carreño

Plantel Vallejo

Alumnos

Sergei Otto Coeto Cantoral

Genesis Jasidy Garay Del Toro

Damaris Itzel González Velasco

Sofía Hernández Fernández

Lesslie Aremy Olivares Zamora

FÍSICA



Resumen

El presente trabajo tiene la finalidad de identificar el nivel de equipamiento y las características de los hogares de los estudiantes, y con ello proponer estrategias que permitan concientizar a los jóvenes del uso racional de la energía eléctrica. Para esto se aplicaron dos instrumentos de evaluación: una encuesta a estudiantes del plantel Vallejo con el propósito de conocer cómo es su casa y que permitió establecer las características del diseño de las construcciones de las viviendas de estos. La segunda encuesta titulada “la electricidad en el hogar” sirvió para obtener un panorama general de los dispositivos eléctricos con los que cuentan los estudiantes, se obtuvo el resultado de que la mayoría de los hogares de los alumnos implementan estrategias activas y pasivas para racionalizar el consumo de la energía eléctrica, no obstante, se debe realizar una mayor difusión para sensibilizar a los jóvenes en el cuidado de este recurso.

Palabras clave: energía eléctrica, electrodomésticos, consumo.

Introducción

El consumo responsable ha dejado de ser un concepto especializado sólo utilizado por expertos y ha pasado a ser un fenómeno que preocupa y concierne a la ciudadanía (Gobierno de Aragón, Departamento de Salud y Consumo, 2010), ya que el consumo y la calidad de vida son elementos directamente proporcionales que influyen de manera positiva o negativa en el entorno, según las acciones que se realicen (Arias, 2016).

Desafortunadamente, no se sensibiliza al estudiante en el cuidado de los recursos, por ejemplo, en el uso racional de la energía eléctrica. Por ello es necesario promover acciones o cambios de hábitos que permitan reducir el gasto energético y se refleje en un beneficio al medio ambiente. Un principio esencial para el uso eficiente de la energía eléctrica es conocer cómo funcionan los diferentes electrodomésticos, cuánto consumen de electricidad y el aprovechamiento que se puede obtener de este tipo de dispositivos (Rodríguez, Ron y Calderón, 2016, p.13).

Consumo de energía eléctrica en México

Uno de los recursos de mayor importancia para la realización de las actividades humanas es la energía eléctrica, la mayor parte de ésta se obtiene de la quema de combustibles fósiles (Morales, Luyando y Flores, 2011), además, por sus características, la electricidad no puede ser acumulada, por ende, esta es consumida al mismo tiempo que se produce. La energía eléctrica que se genera en México proviene en un 82.5% de la quema de combustibles fósiles, el 9.4% hidroeléctrica, 4% de energía nuclear y el resto son produci-

das por energías limpias (geotérmica, eólica, entre otras) como se muestra en la figura 1 (Sener, 2015).

La energía eléctrica en México se distribuye principalmente en los sectores industriales, comerciales, residenciales, agrícolas y de servicios, donde el porcentaje de usuarios por sector se muestran en la tabla 1.

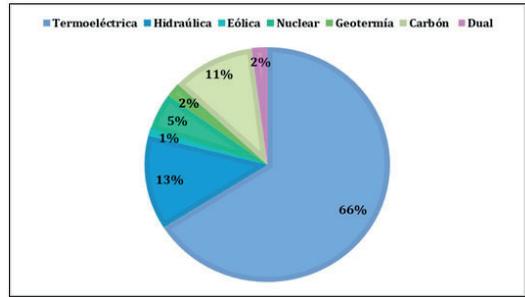


Figura 1. La generación de energía eléctrica en México. Fuente: Sener (2015)

Tabla 1. Porcentaje de usuarios de electricidad en México. Fuente: Ortiz, Bueno & Arana (2017)

Sector	Porcentaje de usuarios
Residencial	88.52%
Agrícola	0.34%
Industrial	0.76%
Comercial	9.87%
Servicios	0.51%

Asimismo, el consumo de energía eléctrica por sector se muestra en la figura 2, donde se observa que el segundo sector con mayor gasto energético corresponde al residencial.

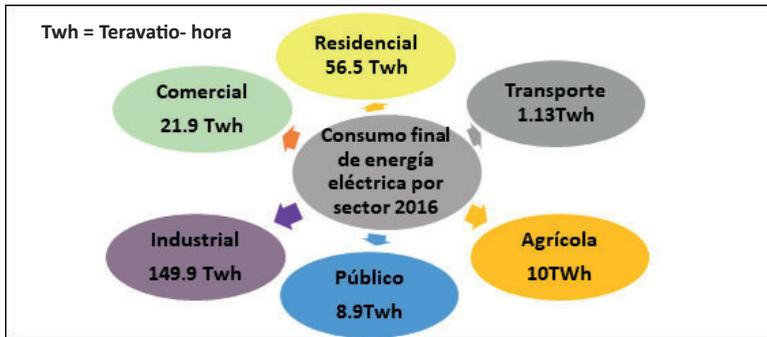


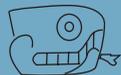
Figura 2. Consumo final de energía eléctrica por sectores 2016. Fuente: Adaptado de Jensen (2018).

Acerca del consumo de energía eléctrica en las viviendas, se centra en la producción de agua caliente, el aire acondicionado, el refrigerador y la iluminación de las habitaciones del hogar; en el caso de México el 25% del gasto de energía en el hogar se debe al refrigerador y al aire acondicionado (Abaroa, 2015).

Justificación

El consumo energético en el sector residencial ha incrementado 1.5% desde el 2014 y eso puede deberse a los hábitos de las personas, por ello, es necesario identificar los factores detonantes que han provocado este aumento (Franco y Velázquez, 2016) y si todavía se agrega que la mayoría del equipo eléctrico y electrónico que se conecta a la red eléctrica jamás es desconectado (Sánchez y Pérez, 2011) la situación se complica.

Basados en la información anterior, en México, aproximadamente el 88% de los usuarios de energía eléctrica se centran en el sector doméstico, los cuales tienen un consumo constante y que, predeciblemente, el precio de este recurso va al alza, lo que afecta directamente en la economía familiar, sin dejar a un lado el aspecto del cuidado del medio ambiente.



Un principio esencial para el uso eficiente de la energía eléctrica es conocer cómo funcionan los diferentes electrodomésticos, cuánto consumen de electricidad y el aprovechamiento que se puede obtener de este tipo de dispositivos (Rodríguez, Ron y Calderón, 2016, p.13).

Hechas las consideraciones que preceden, es necesario implementar estrategias tanto pasivas y activas que permitan hacer un uso racional de la energía eléctrica, para ello, es necesario concientizar a las personas sobre la importancia de cuidar este recurso indispensable para desarrollar las actividades cotidianas.

Objetivo

Identificar el nivel de equipamiento eléctrico y electrónico, y las características de los hogares de los alumnos, a través de la aplicación de dos encuestas, con ello, proponer cambios de hábitos y soluciones pasivas que reflejen un ahorro de energía, así como el cuidado del medio ambiente, lo anterior con el fin de que esté en función al contexto de los estudiantes del plantel Vallejo.

Hipótesis

A partir de lo anterior, los estudiantes piensan que al no tener funcionando los electrodomésticos, no consumen energía eléctrica, aunque sigan conectados al tomacorriente.

Desarrollo

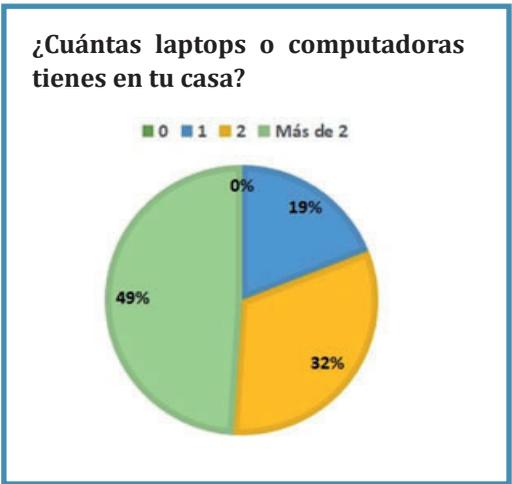
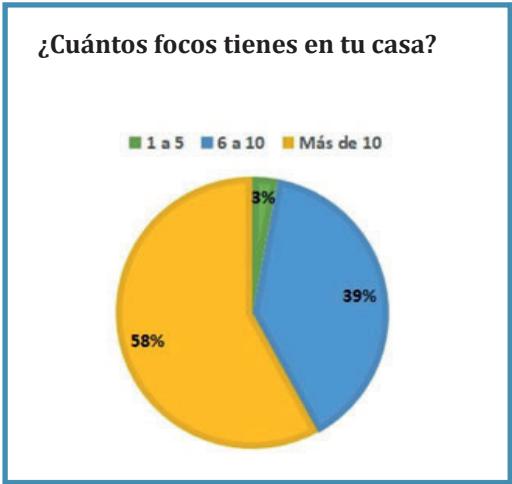
Se elaboraron dos encuestas para los estudiantes a partir de los criterios del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). La primera corresponde a identificar los dispositivos eléctricos y electrónicos de los alumnos, y la segunda está enfocada en las características de los hogares de los mismos.

La encuesta 1 “Electricidad en el Hogar”, que fue contestada por 108 alumnos del plan-

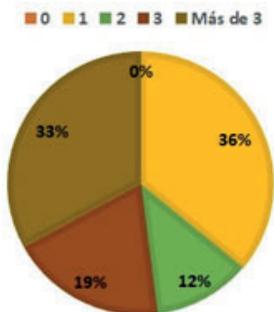
tel Vallejo, el 93.5% se encuentra en un rango de edad de 16 a 20 años. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 2.

 **Tabla 2. Resultados de la encuesta núm. 1 “Electricidad en el hogar”**
Fuente: Elaboración propia

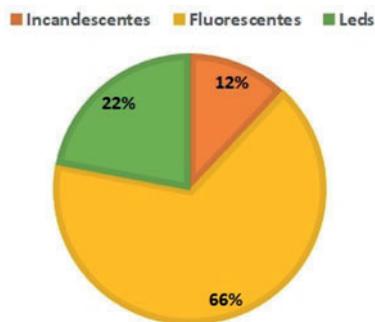
Electrodoméstico	Porcentaje de alumnos que contestaron sí	Porcentaje de alumnos que contestaron no
Refrigerador	99%	1%
Horno de microondas	85%	15%
Tostador de pan	31%	69%
Televisión	93%	7%
Licuadaora	99%	1%
Ventiladores	21%	79%
Lámparas de mesa	43%	57%
Radio	41%	59%
Lavadora	99%	1%
Plancha	96%	4%
Aspiradora	36%	64%
Consola de videojuegos	48%	52%



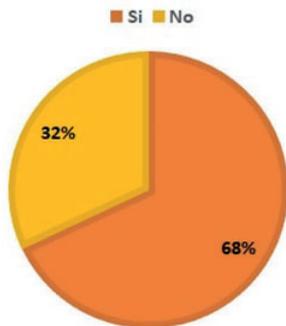
¿Con cuántos celulares cuenta tu familia?



¿Qué tipos de focos tienes en tu casa?



Desconectas tus dispositivos electrónicos y electrodomésticos cuando no los usas.



Uno de los recursos de mayor importancia para la realización de las actividades humanas es la energía eléctrica, la mayor parte de esta se obtiene de la quema de combustibles fósiles (Morales, Luyando y Flores, 2011),

La encuesta 2 “¿Cómo es mi casa?” fue contestada por 134 alumnos del turno matutino y vespertino del plantel Vallejo, de los cuales el 45.5 % se ubican en la Ciudad de México y 54.5 % provienen del Estado de México. Los datos obtenidos por esta encuesta se muestran en la tabla 3.



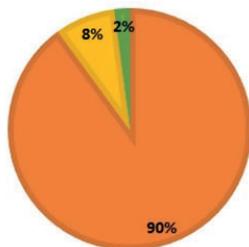


Tabla 3. Resultados de la encuesta ¿Cómo es mi casa?

Fuente: Elaboración propia

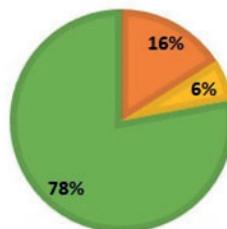
¿Cuántas personas viven en tu casa?

4 a 6 7 a 10 Más de 10



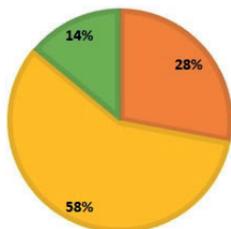
¿Qué tipo de vivienda tienes?

Departamento
Casa tradicional
Residencial (casa de tipo infonavit)



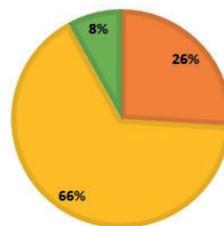
¿Cuántos pisos tiene tu casa?

Planta baja de 1 o 2 pisos Más de 3 pisos



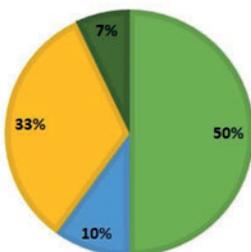
¿Cuántas ventanas tienes?

1 a 3 4 a 6 Más de 6



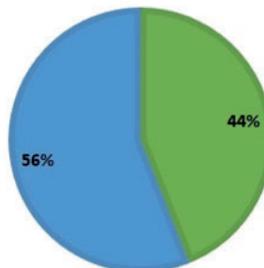
¿De qué color está pintada tu casa por dentro en general?

Cálido claro Cálido oscuro Frío claro Frío oscuro



¿Cuentas con jardín?

Si, tengo No, tengo



Análisis e interpretación de resultados

El ahorro de energía eléctrica consiste en el uso de la energía de manera eficaz (CFE, 2019). Los resultados de la encuesta “Electricidad en el hogar” dieron los porcentajes de equipos electrónicos y eléctricos que existen en las viviendas de los estudiantes, obteniendo así la tabla 4, donde se anexa la potencia eléctrica que utiliza cada dispositivo.



Tabla 4. Potencia consumida por electrodoméstico

Fuente: Adaptada de Abaroa (2015)

ELECTRODOMÉSTICO	PORCENTAJE DE EQUIPOS EN EL HOGAR	POTENCIA EN USO (WATTS)
Cargador de celular	100%	3.68
Laptop o computadoras	100%	250
Refrigerador	99%	575
Licuadora	99%	400
Lavadora	99%	550
Plancha	96%	1000
Televisión	93%	75
Horno de microondas	85%	1300
Ventiladores de piso	79%	125
Tostador de pan	69%	500
Aspiradora	64%	1000
Estéreo	59%	75
Lámparas de mesa	57%	23
Consola de video juegos	52%	130
Bombillas incandescentes	12%	100W
Bombilla Fluorescentes	66%	20W*
Lampara LED	22%	13W*

*Se consideró la potencia eléctrica equivalente de acuerdo con la iluminación que proporciona una bombilla de 100W

En la tabla 5 se muestran los dispositivos con mayor consumo de potencia en espera o en *stand by*, es decir, que el equipo se encuentra conectado a la corriente eléctrica pero no está funcionando, aun así, se produce un consumo de energía, debido a que los equipos poseen un transformador que disminuye el voltaje; este transformador permanece siempre conectado lo cual produce un pequeño gasto energético. Además, se debe considerar la emisión de dióxido de carbono CO₂.



Tabla 5. Consumo de energía eléctrica de algunos electrodomésticos utilizados en el hogar.

Fuente: Adaptado de Abaroa (2015)

Aparato	Potencia en espera (Watts)	Emisión anual de CO ₂ (Kg)
Lavadora	2.9	63.25
Televisores	3.0	71.74
Refrigerador	3.4	49.64
Horno de microondas	6.2	24.19
Computadora	14.1	151.20

De acuerdo con los resultados obtenidos, se observó que los dispositivos que tienen un mayor consumo de potencia en modo de espera, son los que se encuentran en casi todas las casas como la lavadora, el refrigerador, el horno de microondas, el televisor y la computadora, los cuales son casi utilizados todos los días y por muchas horas. Respecto a la segunda encuesta se obtuvo que el 54.5% de los estudiantes encuestados ubican en el Estado de México; la importancia de conocer esta información radica en que la ubicación de las casas es un factor determinante en la demanda energética debido al clima.

En el mismo sentido, se obtuvo que el 78% habitan en una casa de interés social y que en el 90% residen entre 4 y 6 personas en una misma vivienda, esto permite visua-

lizar un estatus económico, el cual también influye en el gasto energético, puesto que a medida que se incrementa el ingreso, aumenta el poder adquisitivo y con ello mayor número de dispositivos eléctricos y electrónicos (Franco y Velázquez, 2016).



Es necesario implementar estrategias tanto pasivas y activas que permitan hacer un uso racional de la energía eléctrica, para ello, es necesario concientizar a las personas sobre la importancia de cuidar este recurso indispensable para desarrollar las actividades cotidianas.

Adicionalmente, el número de personas influye, pero también el parentesco que existan entre ellas (ver figura 3), el cual puede clasificarse en:

- **Ampliado:** hogar formado por el jefe(a) y su grupo familiar primario, más otros grupos familiares u otros parientes.
- **Compuesto:** se caracteriza por estar compuesta de varias familias nucleares.
- **Nuclear:** hogar constituido por un solo grupo familiar primario.
- **Unipersonal:** un solo integrante.

Cabe mencionar que el 50% de los encuestados mencionó que su casa está pintada de colores cálidos claros, esto es trascendental ya que los colores claros o blancos absorben la energía solar y reflejan mejor la luz, lo que permite aprovechar mejor la luz natural y no hacer uso de la iluminación artificial, además que los colores oscuros emiten una mayor cantidad de CO₂ debido a que absorben el calor.

Desafortunadamente, el 56% de los estudiantes contestaron que no cuentan con áreas verdes, las cuales son esenciales no sólo porque mejoran la calidad del aire sino debido a que pueden disminuir el calor a través de la reflexión de la radiación solar y la sombra.

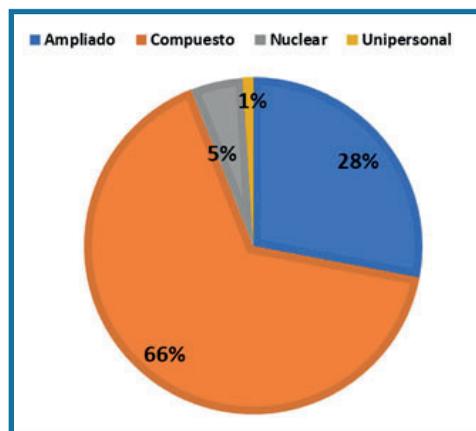


Figura 3. Consumo de energía eléctrica por tipo de hogar, 2014.

Fuente: Estimaciones del Conapo con base en el Inegi, Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2014, Sener (2016), Sistema de Información Energética, Comisión Reguladora de Energía (2016), Semarnat (2014), Servicio Geológico Mexicano (2016) y Cruz (2016) citado en Franco y Velázquez, 2016.



Recomendaciones

Diversos autores e investigadores de la comunidad científica proponen una serie de medidas que apoyan la disminución de consumo de energía eléctrica, este estudio se dividió en dos soluciones activas que menciona que, con pequeñas acciones, los estudiantes pueden hacer cambios notables en su consumo y el cuidado del medio ambiente y las soluciones pasivas que son propias de las características de las viviendas de los jóvenes. Con respecto a CFE (2019) y a Torres (2013), proponen las siguientes acciones para disminuir el consumo de energía eléctrica:

Soluciones activas

1. Desconectar el cargador del celular ya que éste sigue consumiendo energía aunque la batería del celular ya está cargada, consume 2.24 watts y el cargador del celular conectado sin el móvil consume 0.26 watts.
2. No dejes encendidas lámparas, radios, televisores u otros aparatos eléctricos cuando nadie los está utilizando.
3. Carga la lavadora al máximo, así disminuirá el número de sesiones de lavado semanal; utiliza únicamente el detergente necesario, el exceso produce mucha espuma y hace trabajar al motor más de lo conveniente.
4. Mantener siempre limpios de residuos el horno de microondas, el horno eléctrico y el tostador, así durarán más tiempo y consumirán menos energía.
5. Planchar la mayor cantidad posible de ropa en cada ocasión, dado que

conectar muchas veces la plancha ocasiona más gasto de energía que mantenerla encendida por un rato.

6. Ubicar el refrigerador alejado de la estufa y fuera del alcance de los rayos del sol.
7. Prefiere lámparas fluorescentes compactas en sustitución de focos incandescentes; éstas proporcionan el mismo nivel de iluminación, duran diez veces más y consumen cuatro veces menos energía eléctrica.

Soluciones pasivas

1. Aprovechar la iluminación natural, para ello hay que mantener las ventanas limpias y con cortinas claras para permitir la entrada de la luz natural.
2. Pintar las paredes y techos de colores claros dentro y fuera de tu casa, ya que los colores claros en el exterior reflejan la luz del sol, ayudando a que la casa se caliente menos; en el interior permiten que se aproveche mejor la luz natural y artificial.
3. En la medida de lo posible, contar con áreas verdes que permitan regular la temperatura de la vivienda.

Conclusiones

Frente a la evidencia recaudada se obtuvo que el 68% de los estudiantes desconectan sus equipos cuando no los están utilizando y aunque es un porcentaje relativamente alto, se debe realizar una mayor difusión para sensibilizar a los jóvenes en el cuidado de este recurso. Por lo tanto, se puede considerar que la hipótesis planteada inicialmente en este estudio, es incorrecta.

Aunque existen diversas campañas para el ahorro de energía, no se han obtenido los resultados esperados, por lo anterior, es importante que desde el ámbito educativo se sensibilice a los estudiantes con el propósito de cambiar ciertos hábitos que permitan utilizar de manera racional los recursos energéticos, ya que tenemos la responsabilidad y la obligación de cuidar nuestro medio ambiente. En conclusión, el ahorro de energía no sólo es un beneficio económico, también tendrá un impacto ambiental; permitirá combatir el calentamiento global y el cambio climático ya que disminuirá las emisiones de dióxido de carbono.

Cibergrafía

Abaroa, S. I. (2015). "Electrodomésticos y la eficiencia energética. Comparativa de precios de lavadoras, pantallas y refrigeradores". Recuperado el 13 de enero del 2019 de: <https://bit.ly/38XbBaY>

Arias, B. N. (2016). "El consumo responsable: Educar para la sostenibilidad ambiental". En *Aibi revista de investigación, administración e ingeniería*. 4(1), pp. 29-34.

CFE. (2019). "Ahorro de Energía". Recuperado el 6 de marzo del 2019 de: <https://bit.ly/2J36z0o>

Franco, A. y Velázquez, M. (2016). "Una aproximación sociodemográfica al consumo de energía en los hogares mexicanos, 2014". En *La situación demográfica de México 2016*. Recuperado el 20 de febrero del 2019 de: <https://bit.ly/2Uh5Alp>

Gobierno de Aragón, Departamento de Salud y Consumo (2010). *Consumo responsa-*

ble y cambio climático. Criterios y propuestas para la mitigación del cambio climático desde el consumo responsable en Aragón. Recuperado el 10 de enero del 2019 de: <https://bit.ly/395V7gZ>

González, J. M. (2008). "La generación eléctrica a partir de combustibles fósiles". Recuperado el 6 febrero 2019 de: <https://bit.ly/2Squqin>

Jensen, W. (2018). "Oportunidades de Inversión Crecientes. Nueva Era de la Energía en México. De Fundamentos Institucionales al Enfoque Eléctrico." En *EY México*. Recuperado el 20 de enero del 2019 de: <https://bit.ly/38WkGRt>

Morales, D., Luyando, J. y Flores, D. (2013). "Determinantes del consumo de energía eléctrica residencial de la Zona Metropolitana de Monterrey, Nuevo León, en México". En *Universidad & Empresa*. 14(22) pp. 79-98.

Ortiz, J. A., Bueno, G. y Arana, J. J. (2017). "Análisis de la demanda residencial de electricidad en el Estado de México". En *Economía, sociedad y territorio*. 17(53) pp. 199-223.

Rodríguez, I., Ron, M. y Calderón, R. (2016). "Consejos para el uso racional y eficiente de la energía eléctrica". Caracas: Gobierno Bolivariano.

Sánchez, I. y Pérez, H. (2011). "Consumo de energía por potencia en espera en casas y oficinas". En *Boletín IIE*. Recuperado de: <https://www.ineel.mx//boletin042011/divulga.pdf>

Sener (2015). "Prospectiva del sector eléctrico 2015-2019". México: Secretaría de Energía. Recuperado el 10 de febrero del 2019 de: <https://bit.ly/38VtkiU>

Torres, J. R. y Soto, M. J. (2013). "Cambio climático: el reto del milenio". En *Desarrollo local sostenible*. p. 9.



Comprendiendo
el sonido y la
flauta de pan
Estrategia didáctica

Aldo Nicolás Arenas García
aldoarenas@hotmail.com
Plantel Oriente

Ruth Paulina Martínez Victoria
Plantel Vallejo

FÍSICA



Resumen

La presente estrategia didáctica generará en los alumnos una relación entre un tema de su interés como la música y los conceptos físicos tratados en la temática de ondas y sus características, específicamente, el sonido. Se estimularán en los alumnos habilidades intelectuales, las cuales ayudarán en el proceso de aprendizaje como: planteamiento de preguntas, formulación y contrastación de hipótesis, creatividad, así como comunicación escrita.

El objetivo principal es establecer la relación entre términos relacionados con el sonido como: frecuencia, tono, velocidad y columnas de aire a partir de la construcción de un instrumento musical, específicamente la flauta de pan. Se empleó una metodología de indagación, para Camacho, Casilla y Franco (2008):

La indagación se define como aquellas actividades que conllevan a los estudiantes a realizar observaciones; plantear preguntas; examinar libros y otras fuentes de información; planificar investigaciones; revisar lo que se sabe a la luz de la evidencia experimental o experiencial, recoger, analizar e interpretar datos; proponer preguntas, explicaciones, predicciones, comunicar y socializar los resultados producto de los procesos sistemáticos desarrollados.

Siguiendo dicha metodología, los alumnos realizaron la investigación sobre cómo fabricar una flauta de pan, incentivando su curiosidad y generando soluciones viables que permitieran sonidos agradables.

Las ideas partieron desde materiales sencillos de conseguir como popotes (plástico), barriles de plumas (plástico de poliestireno), tubos de PVC (policloruro de vinilo) y carrizo (planta) para formar los tubos de la flauta; posteriormente, para sellar uno de los extremos de los tubos, propusieron plastilina, plastiloka, corcho y tapones de PVC.

Posteriormente, se determinó de manera teórica cual es la frecuencia lograda con las flautas elaboradas de diferentes materiales —se consiguió establecer relaciones entre los conceptos de interés—y cuál es la mejor forma de construir una flauta de pan con fines didácticos.

Palabras clave: indagación, sonido, frecuencia, armónicos, flauta.

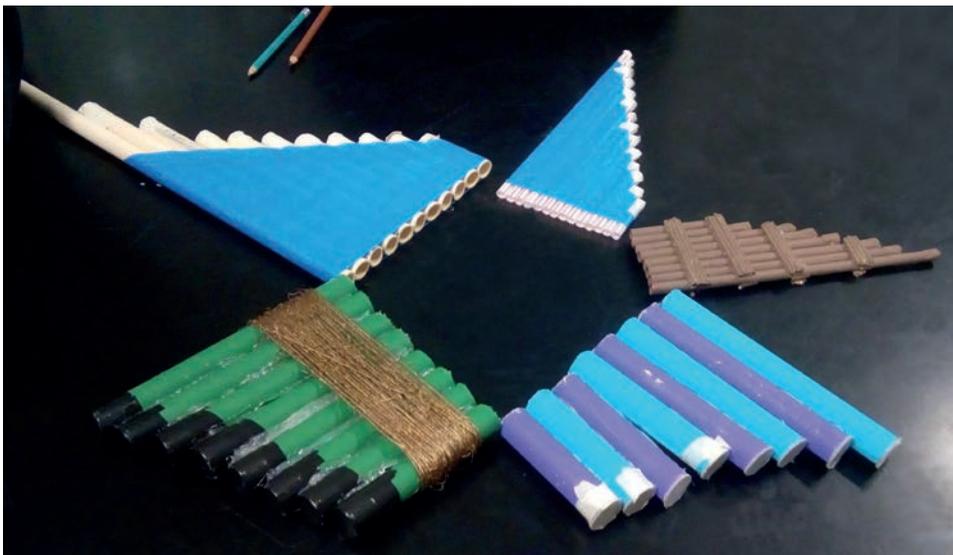


Figura 1. Flautas de pan elaboradas por los alumnos del CCH. Fuente: propia.

Introducción

Nuestros antepasados descubrieron que existía una relación entre los objetos que tenían a su alcance, como los huesos de animales y los tallos de algunas plantas, y la música. Si nos remontamos a los *Homo sapiens* los vestigios nos indican que ya tenían las bases de un silbato. El perfeccionamiento de dichos objetos de la naturaleza logró que hicieran las primeras flautas de pan; quizás las utilizaban como medio de comunicación, de manera individual o en grupo. Durante el Paleolítico superior (30 000 - 10 000 a. de C.) se crearon flautas de hueso de mamut y de ave de Kostenki. En el Neolítico (7000 - 3600 a. de C.) las evidencias muestran que su fabricación se hizo con huesos de aves como buitres y águilas.

Uno de los antecedentes más interesantes es el relacionado con los etruscos, los

cuales eran amantes de la música influenciados por la civilización griega, ellos diseñaron diversos instrumentos musicales, entre ellos la flauta de pan, de la cual se tienen vestigios como los relieves en bronce del dios Pan tocando la flauta (Civallero, 2014).

Posteriormente, correspondientes al Pre-cerámico tardío (3000 - 1800 a. de C.), se hallaron flautas de pan realizadas de carricillo o cañas. Durante la Edad Media se tallaron instrumentos en madera (encontrados en sitios arqueológicos), utilizado como anuncio de afiladores o trabajadores dedicados a oficios como los castradores de cerdos. En diversas fuentes podemos encontrar fascinantes historias sobre las flautas y nos sorprenderemos de la cantidad de instrumentos que existen dependiendo de la región, época y materiales.

La música y su relación con la física y las matemáticas

La música es física, cuando nos referimos a los conceptos musicales podemos determinar que son también físicos, como el tono, timbre, frecuencia, las vibraciones generadas y la escala musical. Dicha escala musical fue descubierta por Pitágoras hace más de veinte siglos, siendo el primero en relacionar la música con las matemáticas al describir la relación entre sonidos armónicos y números enteros.

Pitágoras experimentó con el monocordio (instrumento musical que consiste en una cuerda con longitud variable y proporcional a doce) y logró establecer que a determinadas longitudes se pueden producir sonidos agradables.

Descubrió, además, que al dividir una cuerda a la mitad produciría una octava más aguda que la original, utilizando razones de 1:2, 2:3 y 3:4.



Figura 2. Dios Pan tocando la flauta.
Fuente: Recueil d'Emblèmes.

De este modo, Pitágoras estableció la primera y la última nota musical con la razón 1:2 para, posteriormente, encontrar el resto de las razones.

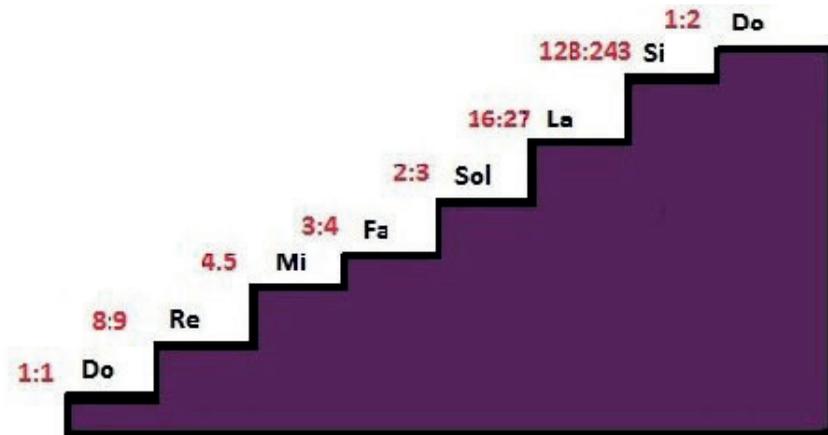


Figura 3. Escala Diatónica de Pitágoras, en ésta se muestran las notas musicales y sus razones: Fuente: propia.

En este caso, el monocordio es un instrumento de cuerda como lo es también el violín o la guitarra, sin embargo, la misma nota musical puede sonar diferente dependiendo del instrumento, un do en el piano sonará distinto de un do en una flauta de pan, dicha característica es lo que se denomina como timbre.

La flauta de pan

La flauta de pan es un instrumento musical que se compone de varios tubos acomodados en formación vertical y cerrados en un extremo. Para generar el sonido únicamente es necesario soplar por el extremo abierto. El sonido emitido varía dependiendo de la longitud del tubo. Cuando el aire entra por el tubo cerrado se genera un vientre desde el extremo abierto, y en el extremo cerrado se genera un nodo, lo que corresponde al primer armónico $L = \lambda/4$, (tono fundamental correspondiente a la razón 1:1 y a la nota musical do).

La relación obtenida para el cálculo de la frecuencia de un tubo cerrado considerando el largo del tubo y el armónico es la siguiente:

$$f = \frac{(2n - 1)v}{4L}$$

f = frecuencia emitida por el tubo cerrado (Hz).

$n=1, 2, 3, 4, \dots$

v = velocidad del sonido 343 m/s.

L = longitud del tubo (m).

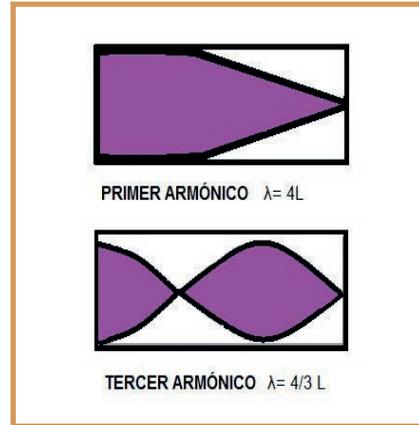


Figura 4. Columna de aire en un tubo cerrado. Fuente: propia.



Uno de los antecedentes más interesantes es el relacionado con los etruscos, los cuales eran amantes de la música influenciados por la civilización griega, ellos diseñaron diversos instrumentos musicales, entre ellos la flauta de pan, de la cual se tienen vestigios como los relieves en bronce del dios Pan tocando la flauta (Civallero, 2014).

Metodología

Los alumnos inician la metodología por indagación por medio de los siguientes pasos: planteamiento del problema, investigación en diversas fuentes, revisión de experiencias obtenidas por otros alumnos o personas interesadas en el tema, realización de predicciones, construcción o experimentación, análisis de resultados y discusión de los resultados.



Tabla 1. Metodología por indagación

PASOS	ACTIVIDAD
Planteamiento del problema.	¿Cómo construir una flauta de pan?
Investigación en diversas fuentes.	<ul style="list-style-type: none"> • Antecedentes de la flauta de pan • ¿Cómo construir una flauta de pan? • Característica de los sonidos emitidos con una flauta de pan. • Materiales con los que obtendré una mejor calidad de sonido.
Revisar experiencias obtenidas por otros alumnos o personas interesadas en el tema.	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de sitios donde expliquen cómo construir una flauta de pan. • Videos en los que se muestran los resultados obtenidos de la construcción de una flauta de pan.
Realizar predicciones.	<ul style="list-style-type: none"> • Obtención de una mejor calidad de sonido y notas con determinado tamaño y tipo de material.
Construcción o experimentación.	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de la flauta de pan con los materiales elegidos.
Análisis de resultados.	<ul style="list-style-type: none"> • Se determina cuál de los materiales es el mejor para la construcción de la flauta de pan, así como el tamaño de los tubos.
Discusión de los resultados.	<ul style="list-style-type: none"> • Grupalmente los alumnos mostraran los resultados obtenidos con la flauta que fabricaron y la comparación de materiales y tamaño, así como la mejor opción en la elaboración de la flauta.

Problema

¿Qué material proporciona un mejor sonido en la construcción de una flauta de pan y que frecuencias se obtendrán?

Hipótesis

Los materiales que sean más rígidos tendrán una mejor resonancia del sonido, lo que generará una mejor calidad del mismo, los tapones que cierran los extremos del tubo deberán tener las mismas características para impedir que el aire salga e interfiera en la resonancia.

Las frecuencias obtenidas por los tubos corresponderán a determinadas notas musicales, el cálculo teórico como el experimental coincidirán con un mínimo de diferencia.

Desarrollo

Por equipos los alumnos desarrollaron la metodología por indagación en la que obtienen información sobre los materiales y el procedimiento de construcción de la flauta. Eligieron los materiales que consideraron más accesibles y eficientes para la construcción de la misma.



Tabla 2. Materiales para la construcción de las flautas de pan.

MATERIAL DE LOS TUBOS	MATERIAL DE LOS TAPONES	NÚMERO DE TUBOS
<ul style="list-style-type: none">● Popotes desechables suaves● Popotes desechables rígidos● Barriles de plumas● Tubos de PVC● Carrizo	<ul style="list-style-type: none">● Plastilina● Plastiloka● Silicón● Tapones de PVC● Corcho● Nudos en el carrizo	<ul style="list-style-type: none">● Flautas construidas con popote de máximo 20 cm de largo y aproximadamente 0.6 cm de diámetro. De 5 a 10 tubos.● Flautas construidas con barriles de plumas de 15 cm de largo y aproximadamente 0.8 cm de diámetro. De 4 a 6 tubos.● Tubos de PVC de máximo un metro de largo y de aproximadamente media pulgada de diámetro. De 5 a 8 tubos.

La disposición de los tubos sería en forma escalonada, las medidas podrán variar dependiendo de la fuente de investigación, sin embargo, existe una constante de diferencia de 2 cm para cada tubo.

La cantidad de tubos depende del material que se haya elegido, como por ejemplo los barriles de pluma al tener una longitud corta no permiten una cantidad mayor de tubos a comparación de los tubos de PVC en el que tienen posibilidad de que el tubo más largo tenga una longitud considerable dando cabida a tener más tubos.

Resultados

Todas las flautas elaboradas emitieron sonidos agradables en diferentes intensidades y frecuencias. Cada uno de los equipos mostró su flauta ante el grupo con dificultades para tocarla, ya que se debe emplear una técnica específica.

Popotes

Las flautas fabricadas con popotes obtuvieron sonidos más tendientes a los agudos y con una intensidad baja, las realizadas con popotes rígidos tuvieron una mejor calidad de sonido, sin embargo, la plastilina no fue una buena opción.

Barriles de pluma

Los barriles de pluma son rígidos y su dificultad radica en el método para cortarlos, ya que pueden llegar a dañarse por completo, debido a su tamaño la cantidad de tubos fue

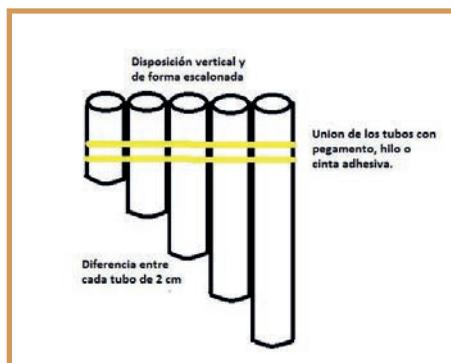


Figura 5. Ejemplo de la disposición de los tubos y su tamaño. Fuente: propia.

menor, el sonido obtenido fue de buena calidad respecto a los agudos, la mejor opción para sellar los tubos fue el silicón.

Tubos de PVC

Los tubos de PVC fueron una de las mejores opciones, ya que la calidad de sonido es excelente gracias a sus características, ya que permiten una mejor resonancia; los tapones para sellar el extremo de los tubos son del mismo material. Debido a su longitud se logró tener una mayor cantidad de tubos, y la intensidad de sonido fue mayor que las de los otros materiales.

Carrizo

Los tubos de carrizo fueron la segunda mejor opción a pesar de que las flautas de pan son fabricadas con materiales similares, esto debido a que tenían que encontrar carrizos que tuvieran el nudo natural que jugaría el papel de tapón, al no tener para todos los tubos dicha posibilidad, se recurre al uso de corchos, lo que redujo la calidad en el sonido.

Frecuencias

Las frecuencias emitidas se calcularon para cada una de las flautas por equipos utilizando la relación para tubos cerrados, se muestra únicamente uno de los casos.

 *Tabla 3. Cálculo de las frecuencias para una flauta de pan.*

TUBO	FRECUENCIA $f = \frac{(2n-1)v}{4L}$	GRAVES
1 (más largo) 14 cm	612.5 Hz	↑
2-12 cm	2143.7 Hz	
3-10 cm	4287.5 Hz	
4-8 cm	7503.1 Hz	
5-6 cm	12862.5 Hz	↓
6 (tubo más corto) -4 cm	23581.2 Hz	



 *Figura 6. Alumnos del Colegio muestran sus flautas. Fuente: propia.*



Figura 7. Alumnos del Colegio muestran sus flautas. Fuente: propia



Figura 8. Alumnos del Colegio muestran sus flautas. Fuente: propia

Análisis y discusión de resultados

Al finalizar la construcción de las flautas se observó que las que generan un mejor sonido y tienen una mejor presentación fueron las hechas con tubos de PVC, además de obtener un rango de frecuencias mayor que las construidas con otros materiales.

La construcción de la flauta de pan permitió que los alumnos llevaran a cabo inda-

gación, investigación y aplicación de los conceptos tratados en la temática de ondas y sus características. La motivación juega un papel importante en la realización de dichas actividades. Es importante mencionar a los alumnos que el instrumento que elaborarán es con fines didácticos.

Las limitaciones en la presente estrategia didáctica son las siguientes:

- Las frecuencias obtenidas no siempre coinciden con las frecuencias de algunas notas musicales.

- La flauta de pan es un instrumento que, por sus características, puede ser modificado ya sea agregando o quitando tubos, lo que no sucede con otro tipo de instrumentos, esto no garantiza que la flauta esté afinada a una determinada nota musical.
- Para la flauta de pan no existe una nota de afinación específica, ya que su inmensa variedad permite que éstas sean afinadas en diversas notas.
- Si los alumnos quieren construir una flauta de pan que emita las frecuencias correspondientes a las notas musicales en la primera octava, sus dimensiones serían de aproximadamente un metro.

Conclusiones

La aplicación de la estrategia didáctica permite que los alumnos comprendan los conceptos de la temática de ondas y sus características que pertenecen a la Unidad II. Ondas: mecánicas y electromagnéticas de Física II del Colegio de Ciencias y Humanidades. Al aplicar la metodología de indagación, los alumnos adquieren habilidades para el desarrollo de futuras investigaciones y llevan a la práctica el enfoque didáctico de la asignatura.

Bibliografía

Arbonés, J y Milrud, P. (2012) *La armonía es numérica*. Barcelona: RBA Divulgación.

Camacho, H., Casilla, D. y Finol de Franco, M. (2018) "La indagación: una estrategia innovadora para el aprendizaje de procesos



de investigación". En *Laurus*, núm. 26, (14), enero-abril. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Recuperado de: www.redalyc.org/pdf/761/76111491014.pdf, Venezuela, pp. 284-306.

Civallero, E. (2014). *Flautas de pan de las tierras bajas de America del Sur: una guía de su historia, uso y distribución*. Madrid, España.

Franco, G. A. (2016). "Modo de vibración en tubos abiertos o cerrados". Recuperado de: www.sc.edu/sbweb/fisica3/ondas/tubos/tubos.html

García, S., Clavijo, R. y Sierra de Lijar Olvera, I. E. S. "La escala diatónica" Recuperado de: https://aulamatematica.neocities.org/musicaymatematicas/la_escala_diatnica.html

López, M. Luis. (2002) "Flautas de pan etnográficas. Diversidad y estructura musical en sectores de puna y quebrada de jujuy entre 1986 y 1989". En *Cuadernos de la Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales*. Universidad Nacional de Jujuy, núm. 18, diciembre. Recuperado de www.redalyc.org/articulo.oa?id=18501808

Massimo, P. (2010). "Educación musical. Syrinx y pan". Recuperado de 2020: <https://educacionmusical.es/2010/08/22/syrinx-y-pan/>

Universidad de Guanajuato. "La física en la música". Recuperado de: <https://www.ugto.mx/eugreka/contribuciones/22-la-fisica-de-la-musica>

Los multireactivos

como estrategia para
evaluar habilidades
científicas

Maritza López Recillas
maritzarecillas@gmail.com
Plantel Naucalpan

Sandra Guzmán Aguirre
sandra.guzman@comunidad.unam.mx
Plantel Sur

Química



CONSCIENCIA



SILADIN

41

Resumen

El siguiente artículo tiene el objetivo de proporcionar a los profesores una herramienta más para evaluar habilidades científicas, en este caso, los multirreactivos permiten aplicar los conocimientos básicos en la resolución de problemas. A partir de ellos se evalúan de forma integral diversas habilidades cognitivas, las cuales pueden ser de base teórica, metodológica y de diferentes niveles taxonómicos. El uso de multirreactivos como un instrumento que se puede utilizar en la evaluación formativa o como parte de una evaluación parcial, permite evaluar habilidades de alto nivel que implican una mayor demanda cognitiva, además, es posible obtener evidencias de validez y confiabilidad numéricas relacionadas con el contenido del instrumento. Indudablemente implica un mayor trabajo para el docente que lo elabora, sin embargo, permite obtener resultados que facilitan la evaluación de los aprendizajes adquiridos por los estudiantes.

Palabras clave: multirreactivos, estrategia, evaluación, habilidades científicas.

Introducción

La evaluación de los aprendizajes es un proceso fundamental durante la formación de cualquier estudiante, permite conocer el alcance de los objetivos planteados, sin embargo, siempre ha significado una tarea compleja dentro de la docencia. Muchas de las actividades que se realizan en el aula no son evaluadas con el rigor que se espera, y cuando se le pregunta al profesor la respuesta que generalmente se recibe es: “O me la paso evaluando o doy clase”. Por ello, resulta más “fácil” usar como instrumento de evaluación un examen, el cual ofrece una forma de estimar el aprendizaje alcanzado por el estudiante. Pero, ¿el examen representa realmente lo que el alumno aprendió?

Hugo Vecino Pico (2016), define que la evaluación es:

Proceso sistematizado de verificación de los conocimientos, habilidades, destrezas, actitudes y disposiciones que deben formar aquellos para realizar una intervención idónea frente al sujeto educable, en donde se debe especificar qué se va evaluar, establecer los procedimientos para recabar, procesar y analizar la información, formular y proveer la información de valor y presentar alternativas para la toma de decisiones.

Lo anterior sugiere que un examen no es precisamente la mejor forma de evaluar los aprendizajes.

En la actualidad, se cuenta con una gran cantidad de instrumentos de evaluación, los cuales ayudan al profesor a evaluar con mayor objetividad, siempre considerando la habilidad o aprendizaje que se busca alcanzar. La elección del instrumento de evaluación

más adecuado depende del nivel de desempeño que se pretende evaluar, que puede ir desde el dominio cognitivo (por ejemplo, los niveles de memoria, comprensión y aplicación del conocimiento de acuerdo a la taxonomía de Bloom) o aplicar los conocimientos básicos en la resolución de problemas (Rivera *et al.*, 2017).

Con la implementación de los nuevos Programas de Estudio en el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), las materias del área de Ciencias Experimentales pretenden que los alumnos desarrollen habilidades para la resolución de problemas en la vida cotidiana, sin perder la esencia del Modelo Educativo del Colegio. En este contexto, el presente trabajo plantea el uso de los multirreactivos como un instrumento que permite evaluar habilidades científicas, las cuales están especificadas en el perfil del egresado del CCH. Estas habilidades implican identificar problemas de orientación científica, describir, explicar y predecir fenómenos con base en conocimientos científicos; interpretar evidencias, elaborar conclusiones y usar la evidencia para la toma de decisiones.

Un multirreactivo está compuesto por un contexto del que se desprenden al menos cinco reactivos independientes. Se denomina contexto o reactivo padre a la formulación del problema, caso gráfico, diagrama, imagen, tabla, etcétera, a partir del cual se evalúan de forma integral diversas habilidades cognitivas (Cardona *et al.*, 2011). Las cuales pueden ser de base teórica, metodológica y de diferente nivel taxonómico. Su construcción debe presentar consistencia y claridad con el problema presentado en la base y en las preguntas que se derivan de él. Este tipo de reactivos es una unidad de medida con

un estímulo y una respuesta preestablecida, de la cual se puede inferir el desempeño del estudiante en algún constructo psicológico (conocimiento, habilidad, predisposición o cualidad).

El uso de multirreactivos lleva a datos cuantificables de algún modo, es importante ser consciente del significado de este punto, ya que se intenta que los reactivos proporcionen interpretaciones numéricas asociadas al aprovechamiento de una base de comparación, ya sea con un grupo o con criterios predeterminados. En otras palabras, es cuando el instrumento mide con exactitud y precisión lo propuesto, es decir, la prueba debe ser capaz de producir resultados consistentes. La confiabilidad de una prueba se refiere a los resultados de la medición. Las diferentes formas para estimar la confiabilidad reflejarán, también, diferentes tipos de consistencia en los resultados.

Algunas de las características de los multirreactivos son las siguientes:

- Implican una mayor demanda cognitiva para el estudiante, pues es posible medir habilidades de alto nivel como el análisis, la síntesis, la argumentación, la resolución de problemas, planteamiento de mejoras, organización resultados, entre otros.
- Deben incluir información vigente y pertinente.
- La información seleccionada para elaborar los multirreactivos debe ser acorde al nivel cognitivo de los Programas de Estudio y aplicado a la vida cotidiana.
- Se recomienda plantear los cuestionamientos de cada pregunta que conforma el multirreactivo, siguiendo las reglas generales de construcción de ítems.

CRITERIOS GENERALES PARA CONSTRUIR UN REACTIVO O ÍTEM (Dirección General de Evaluación Institucional (DGEI) UNAM 2018).

1. El objetivo del aprendizaje y el nivel cognitivo debe estar claramente definido.
2. Congruencia entre reactivo-objeto es la base de la validez, es decir, evalúa la habilidad que se busca valorar.
3. Unidimensional o atribución a una sola habilidad.
4. Independencia de las respuestas entre un reactivo y otro.

Metodología

Este estudio se realizó considerando el ejemplo de un multirreactivo para la asignatura de Química IV del nuevo Programa de Estudios (2016), correspondiente a la temática: “¿Existen regularidades en la relación estructura y propiedades de los alcoholes, aldehídos, cetonas y ácidos carboxílicos que permitan hacer predicciones?”

El multirreactivo que se plantea está ubicado en el aprendizaje que corresponde a Química IV, el nivel cognitivo que se va a desarrollar es la predicción de propiedades mediante una problemática y los cuestionamientos, se van planteando mediante preguntas de opción múltiple, la respuesta correcta está resaltada.

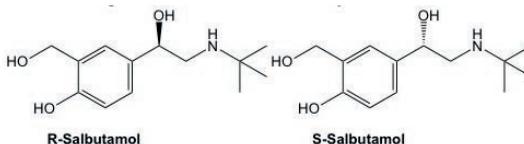
Ejemplo de multirreactivo:

Aprendizaje	Nivel cognitivo
A18. (C, H) Explica que la polaridad de las moléculas orgánicas determinan algunas propiedades físicas, como: solubilidad, punto de fusión y punto de ebullición, al relacionar compuestos de diferentes grupos funcionales con el mismo número de átomos de carbono. (N3)	N 3 Predecir propiedades

“El salbutamol, vida o muerte”

El salbutamol es un compuesto químico que se utiliza para las personas con asma, se elabora a partir de hidrocarburos de petróleo, del cual se sintetiza para elaborar sulfato de salbutamol.

El isómero R (levosalbutamol) al ser un análogo de la adrenalina, posee una potente actividad estimulante del receptor beta 2 adrenérgico, lo cual le confiere propiedades broncodilatadoras y protectoras. Por otro lado, el isómero S (salbutamol) carece de actividad sobre el receptor beta 2, se le considera causante de efecto de tipo paradójico, obstrucción de vía aérea.



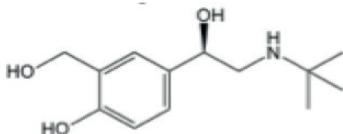
Responde las siguientes preguntas.

1. El R salbutamol y el S salbutamol, tienen la misma fórmula química $C_{13}H_{21}NO_3$, pero diferentes propiedades y carbonos asimétricos, por lo que se considera un isómero de tipo:

- A) Óptico
- B) De cadena
- C) De posición
- D) Funcional

2. La estructura molecular siguiente corresponde a:

- A) R levosalbutamol
- B) S salbutamol
- C) T Levosalbutamol
- D) L salbutamol



3. Identifica cuáles son los principales grupos funcionales del R salbutamol

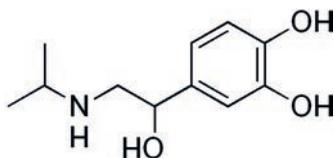
- A) Alcohol, cetona
- B) Aldehído, amina
- C) Areno, amida
- D) Amina, alcohol

4. ¿Cuál es el efecto que causa sobre la salud el S salbutamol?

- A) Agotamiento excesivo
- B) Obstrucción de vías aéreas
- C) Aumento de presión arterial
- D) Broncodilatación de vías aéreas

5. La siguiente estructura corresponde al R salbutamol, analízala e indica el tipo de enlaces que puede formar con los grupos NH y OH.

- A) Iónicos
- B) Covalente polar
- C) Covalente no polar
- D) Puente de hidrógeno**



6. De acuerdo con los enlaces que presenta la estructura del S salbutamol, señala como sería su solubilidad en agua.

- A) Muy soluble a que no interfieren los enlaces que forman sus grupos funcionales con el agua.
- B) Poco soluble en agua, debido a que los enlaces que puede formar el NH y OH son insuficientes para disolver totalmente la parte hidrofóbica.
- C) Soluble en agua, debido a que forma enlaces con el NH y OH, lo cual lo hace soluble en agua.**
- D) Insoluble en agua debido a que NH y OH, no forman ningún tipo de enlace con el agua.

7. De acuerdo a la estructura del salbutamol, predice cómo será su punto de ebullición.

- A) Alto, debido a la presencia de la gran cadena hidrocarbonada y los enlaces que forma con NH y OH.**

B) Bajo debido a la presencia de la gran cadena hidrocarbonada y los enlaces que forma con NH y OH.

C) Alto por ser un compuesto covalente y con enlaces estables entre las moléculas.

D) Bajo por ser un compuesto iónico y con enlaces estables entre las moléculas.

Resultados

La evaluación y validación del multirreactivo se realizó en una muestra de 100 alumnos de Química IV y en grupos piloto de Química IV de los planteles Naucalpan, Vallejo y Azcapotzalco, con la finalidad de monitorear los aprendizajes de los nuevos Programas de Estudio durante el periodo 2017-2018. Para determinar el índice de dificultad y discriminación del multirreactivo, se utilizó el programa estadístico informático Statistical Package for the Social Sciences versión 21 (SPSS v 21) con una $\alpha = 0.76$ Congruencia interna del reactivo.

 **Tabla 1. Índice de dificultad y discriminación del multirreactivo.**

ÍNDICE DE DIFICULTAD/ CLASIFICACIÓN	ÍNDICE DE DISCRIMINACIÓN/ CLASIFICACIÓN
0.44	0.76
Difícil	Buena

La Tabla 1 presenta la dificultad del reactivo, la cual se entiende como la proporción de personas que responden correctamente un reactivo de una prueba. Entre mayor sea esta proporción, menor será su dificultad.

Lo que quiere decir que se trata de una relación inversa: a mayor dificultad del ítem, menor será su índice (Wood, 1960). De acuerdo al manual del EXHCOBA (Examen de Habilidades y Conocimientos Básicos), el nivel medio de dificultad del examen debe oscilar entre 0.5 y 0.6, por lo que un índice de dificultad de 0.44 indica que es un reactivo difícil de responder. Sin embargo, se sugiere que contenga 5% de reactivos fáciles, 20% medianamente fáciles, 50% con una dificultad media, 20% medianamente difíciles y 5% difíciles, por lo que este multirreactivo podría utilizarse dentro de este último bloque (Backhoff et

al., 2000). Es un índice de discriminación, es un valor estadístico de la eficiencia con que un reactivo discrimina entre los estudiantes que obtienen altas y bajas puntuaciones en la prueba completa. Un índice de discriminación de 0.76, indica que se tiene un reactivo bueno, pero que es posible mejorarlo.

Para la validación del reactivo se tuvo la participación de 10 profesores del Colegio que imparten la asignatura de Química IV. Los profesores revisaron el multirreactivo y utilizando una escala de apreciación, se respondieron cuatro preguntas que se plantearon, siendo el 5 el valor más alto y 1 el más bajo.



Tabla 2. Validación del multirreactivo.

CRITERIO	En gran medida	Algo	Poco	Nada
	5	3	2	1
¿Qué tan congruente es el reactivo con el aprendizaje?	X			
¿En qué medida está correctamente redactado?		X		
¿Qué tan adecuado es el nivel del reactivo para los alumnos?	X			
¿Qué tanto corresponde el contenido del reactivo con el programa?	X			



Hugo Vecino Pico (2016), define que la evaluación es:

Proceso sistematizado de verificación de los conocimientos, habilidades, destrezas, actitudes y disposiciones que deben formar aquellos para realizar una intervención idónea frente al sujeto educable.

Análisis de resultados y discusión

De acuerdo con los resultados que se muestran en la Tabla 2, el multirreactivo plantea y evalúa la habilidad señalada en el Programa de Estudio y, al resolverlo, los alumnos son capaces de:

- Comprender conceptos y relacionarlos con sucesos cotidianos.
- Identificar isómeros.
- Identificar los diferentes grupos funcionales en un compuesto.
- Relacionar los grupos funcionales con la polaridad de un compuesto.
- Establecer la relación estructura-propiedades de un compuesto.
- Predecir propiedades.

Conclusiones

El uso de multirreactivos como un instrumento para la evaluación formativa o como parte de una evaluación parcial, permite evaluar habilidades de alto nivel que implican una mayor demanda cognitiva, además, es posible obtener evidencias de validez y confiabilidades numéricas relacionadas con el contenido del instrumento. Es cierto que implica un mayor trabajo para el docente que lo elabora, sin embargo, es posible llevar a cabo un proceso de capacitación para la elaboración, revisión y validación de este tipo de instrumentos, lo que facilitaría la evaluación de los aprendizajes adquiridos por los estudiantes.

Bibliografía

Backhoff Escudero, E., Larrazolo Reyna, N. y Rosas Morales, M. (2000). "Nivel de dificultad y poder de discriminación del examen de Habilidades y Conocimientos Básicos". En *Exh-coba*, Vol 2(1).

Cardona Orozco, M., Quintal Rangel, A. y Larios Deniz, J. (2011). "Manual para la elaboración de reactivos". México: Secretaría de

Educación-Dirección de Educación Pública. Recuperado de www.secundariatalentoscolima.net/descargas/reactivos.pdf

Claesgens, J. *et al.* (2008). "Mapping Student Understanding in Chemistry: the Perspectives of Chemists". En *Fundamentos de Química Orgánica*. p. 80, 97.

Gronlund, N. (2015). *Assessment of Student Achievement*. Estados Unidos: Allyn and Bacon.

Haladyna, T. M. (1997). *Writing Test Items to Evaluate Higher Order thinking*. Estados Unidos: Allyn and Bacon.

Jacobsen, J. J., Johnson, K. Trammel and Moore J.W. (2001). "Chemistry Comes Alive". J.C.E. Software- Division of Chemical Education INC. American Chemical Society.

Kempa, (2010). "Assessment in Science". Cambridge University Press. Citado en Rodríguez, B. *et al.* Estados Unidos.

Klein, D. (2013). *Química Orgánica*. México: Editorial Médica Panamericana.

Lederman, N. G. (2002). "Views of nature of science questionnaire Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science". *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 39, núm. 6, pp. 497-521.

McMurry, J. (2018). *Química Orgánica*. México: Cengage Learning.

Osterlid, S. J. (2008). *Constructing Test Items*. Estados Unidos: Kluwer Academic Publishers.

Pavelich, M J., (2012). "Using General Chemistry to promote the higher level thinking abilities". *J. Chem. ed.* 59, 9.

Rivera Jiménez J., Flores Hernández, F., Alpuche Hernández, A. y Martínez González, A. (2017). "Evaluación de reactivos de opción múltiple en medicina. Evidencia de validez de un instrumento". *Investigación en Educación Médica*. Vol. 6(21) 8-15.

Efecto del aceite esencial de **cardamomo**

(*Elettaria cardamomum*)
sobre bacterias bucales

Norma Carolina Sánchez Aranda
sanchezarandanorca@gmail.com
Plantel Sur

Alumnos
José Luis Eduardo Álvarez Hernández
María Fernanda Tapia Martínez

Química



CIENCIA

SILADIN

49

Resumen

El objetivo de la investigación fue analizar el probable efecto bactericida del aceite esencial de cardamomo. El primer paso fue la extracción del aceite esencial utilizando la técnica convencional de arrastre en vapor de agua para la obtención de aceites esenciales. Una vez obtenido el aceite esencial se probó en bacterias bucales crecidas en medio Müller-Hinton utilizando el método de Kirby-Bauer, también conocido como difusión en agar. Para determinar el probable efecto bactericida del aceite esencial de cardamomo en bacterias bucales se tomó como referencia el producto comercial conocido como Oral B® que contiene la sustancia activa clorhexidina, esta sustancia funciona dentro del producto como bactericida. Los resultados muestran que el cardamomo puede ser una alternativa viable para utilizarse como antiséptico bucal.

Palabras clave: aceite esencial, cardamomo, bacterias, Oral B.

Introducción

Los aceites esenciales son obtenidos a través del metabolismo secundario de las plantas. Un término más general para describir la amplia variedad de metabolitos secundarios obtenidos de plantas es *producto natural*. Los aceites esenciales son mezclas de compuestos orgánicos que presentan un aroma característico. Estos pueden obtenerse de diferentes órganos de una planta como pueden ser raíz, tallo, hoja, fruto, semillas o flores. La composición de un aceite esencial de una especie vegetal varía con el hábitat en el cual se desarrolle. Por lo general en los climas cálidos se encuentran las especies que presentan un mayor contenido de aceites esenciales. Se ha demostrado que la composición de los aceites esenciales –en términos de compuestos orgánicos– pueden tener efectos terapéuticos sobre diversos padecimientos y fungir como antisépticos en acciones tan concretas como la antibacteriana y la antifúngica. (Gutiérrez R.A, 2009).

El cardamomo (*Elettaria cardamomum*), es una planta originaria de la India, pariente del jengibre, y considerada una especia predilecta y demandada por sus usos tanto en la gastronomía como en la medicina (figura 1). La planta presenta pequeñas vainas de tamaño pequeño (similar al de un hueso de aceituna), que contiene entre 15 a 20 semillas de olor intenso y sabor entre cítrico y dulce ligeramente picante. (Marmolejo Ayala, X. 2015). Las semillas contienen un aceite esencial, el cual está constituido por compuestos diversos como: el cineol (usado comúnmente como descongestionante y expectorante en infecciones respiratorias del tracto superior o inflamaciones, acetato de alfa-terpineol, potente anti infeccioso con propiedades an-

tiinflamatorias, antibacterianas y antivirales, limoneno el cual da el sabor cítrico y funciona como antioxidante protegiendo a los lípidos, a la sangre y a otros fluidos corporales contra el ataque de radicales libres y linalol, que posee una amplia variedad de propiedades farmacológicas que incluyen las antisépticas, ansiolíticas, antiinflamatorias, antifúngicas y antimicrobianas, entre otras. (Carretero Accame, M. 2010).

Por otro lado, estudios recientes han demostrado la acción antimicrobiana de mezclas de diversos productos naturales sobre las bacterias productoras de caries y lesiones como *Streptococcus mutans*. Algunos de los productos naturales analizados han sido *Elettaria cardamomum* (cardamomo), *Eucalyptus globulus* (eucalipto), *Citrus reticulata* Blanco (mandarina), *Eugenia caryophyllatathunberg* (clavo de olor) y *Ocimum basilicum* (albahaca). En estos estudios se ha tomado como referencia la efectividad de un producto sintético: la clorhexidina, que es un antiséptico comúnmente utilizado para el tratamiento de lesiones bucales. Los resultados muestran la efectividad de las mezclas compuestas por aceites esenciales sobre *Streptococcus mutans* que aunque difieren significativamente en la efectividad antimicrobiana en relación con la clorhexidina. Se pueden considerar alternativas válidas al momento de elegir un enjuague bucal. (C Correa Turizo, A., 2013).

Tomando como referencia esta información, el problema planteado fue determinar la posibilidad de que el aceite esencial de cardamomo tuviera un efecto bactericida evaluado sobre 5 frotis bucales tomados aleatoriamente y comparando dicho efecto



Figura 1. Semillas de Cardamomo.
Fuente: José Luis Eduardo Álvarez Hernández.

con un producto comercial representativo para la limpieza bucal como es el Oral B. Suponemos que de acuerdo a la investigación documental realizada, así como a las evidencias científicas que muestran que el cardamomo tiene potenciales acciones bactericidas, es probable que el aceite esencial obtenido de semillas del cardamomo tenga efecto bactericida analizado sobre bacterias bucales.

Materiales y métodos

Extracción del aceite esencial de cardamomo

a) Destilación

Se tomaron 50 g de semillas de cardamomo que se colocaron en un matraz para destilación, implementando un sistema convencional para Destilación por Arrastre en Vapor de Agua de acuerdo a la técnica implementada para llevarse a cabo en un laboratorio escolar por Guevara P. et.al. (2011), manteniendo una temperatura controlada hasta la recolec-

ción de 100 mL de destilado. El destilado obtenido consistió en una emulsión compuesta por agua en mayor proporción y el aceite esencial en menor proporción.

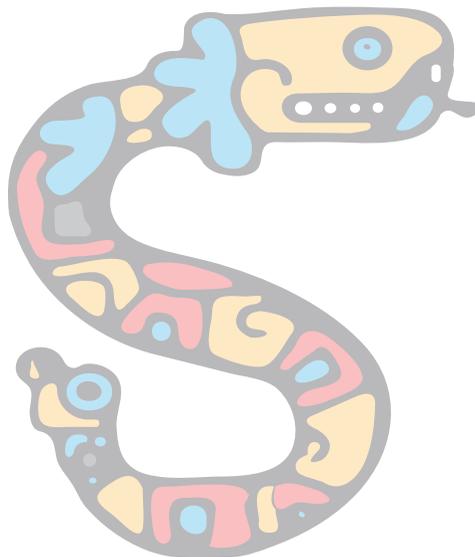
b) Extracción

Una vez obtenido el destilado de la etapa anterior, se procedió a la extracción del aceite esencial. Para esto se utilizó un embudo de decantación de 250 mL, el cual se montó en un soporte universal provisto por un anillo de hierro. Al embudo se le colocaron los 100 mL del destilado y se agregaron 15 mL de acetato de etilo. Ambos se mezclaron por agitación manual. Se reposó el embudo de separación en el anillo y se esperó hasta observar la separación de dos fases: una superior compuesta por acetato de etilo y una inferior compuesta mayoritariamente de agua. Los compuestos del aceite esencial son poco polares por lo que el uso de esta técnica permitió "arrastrarlos" al acetato de etilo, disolvente poco polar e insoluble en agua con una densidad menor que la de ésta, lo cual determina su posición en el embudo de decantación. Una vez separadas completamente las dos fases se abrió la llave del embudo de decantación y se recolectaron por separado las dos fases. La del agua nuevamente se colocó en el embudo de decantación y se agregaron otros 15 mL de acetato de etilo. Se repitió el proceso de agitación y separación de las fases y se repitió nuevamente el proceso una última vez con 15 mL de acetato de etilo. Las tres fracciones del acetato de etilo (45 mL) se juntaron en vaso de precipitados de 100 mL y se secaron con sulfato de sodio anhidro hasta obtener un líquido cristalino. Debido a las propiedades higroscópicas del sulfato de sodio anhidro, es posible eliminar todos los

residuos de agua presentes en el acetato de etilo después de la extracción por captación de los mismos. El acetato de etilo se colocó en un matraz Erlenmeyer de 125 mL y se evaporó en un baño de agua a 50°C en una campana de extracción de vapores hasta que se obtuvo el aceite esencial.

Toma de muestras bucales

Se seleccionaron 3 alumnos voluntarios del CCH, planteles sur, provenientes de sexto semestre. Con un hisopo estéril se tomó el frotis de la encía del alumno 1 y luego se colocó en un tubo de ensayo con 5 mL de disolución isotónica (0.9% de NaCl) estéril (inóculo). Se repitió el procedimiento para los 2 voluntarios restantes. Los tubos de ensayo se pusieron a incubar a 37°C durante 24 h rotulados como 1, 2, y 3 respectivamente.



Preparación de medios de cultivo sólidos

Se prepararon 200 mL de medio Müller-Hinton en un matraz Erlenmeyer de 500 mL, de acuerdo a las instrucciones del proveedor. El medio se esterilizó en autoclave durante 15 minutos a 15 libras de presión y 121°C. Una vez terminado el proceso de esterilización, el medio se dejó enfriar lo suficiente (aproximadamente a 45°C), procurando se mantuviera en estado líquido y no gelificara. El medio se vació en cajas Petri desechables en la campana de Flujo Laminar para evitar contaminación.

Ensayos

En condiciones de esterilidad (campana de flujo laminar) se tomaron con micropipeta 30 µL del inóculo de la muestra bucal 1. Se colocaron en una caja Petri con medio sólido

Müller-Hinton (preparadas con anterioridad) y se dispersaron con un asa bacteriológica estéril utilizando la técnica de difusión por estrías. La caja se dividió en cuatro cuadrantes para poder colocar los tratamientos que consistieron en: agua des ionizada estéril (A), disolución isotónica estéril (B), Oral B® (C) y aceite esencial de cardamomo (D). Se colocaron discos de papel filtro estéril sumergidos con cada uno de los tratamientos mencionados con anterioridad (tabla 1.), tomando como referencia la técnica de Kirby-Bauer (Bernal, 1984) conocida como difusión en discos o en agar. Esta técnica se emplea comúnmente para determinar la eficacia de antibiótico sobre una cepa de bacterias (antibiograma). La técnica se puede adaptar a las condiciones necesarias de un diseño experimental específico.

Se repitió el mismo procedimiento para las muestras bucales 2 y 3.



Tabla 1. Tratamientos para la evaluación de la actividad bactericida

Muestra problema	A	B	C	D
1	Agua des ionizada estéril	Disolución isotónica estéril	Oral B®	Aceite esencial de cardamomo
2	Agua des ionizada estéril	Disolución isotónica estéril	Oral B®	Aceite esencial de cardamomo
3	Agua des ionizada estéril	Disolución isotónica estéril	Oral B®	Aceite esencial de cardamomo

Una vez preparados las cajas Petri se procedió a incubarlas a 37°C durante 24 h.

Crecimiento de colonias

La obtención de resultados se basó en el crecimiento de colonias alrededor de los discos de papel filtro de los discos de papel filtro (Bernal, 1984). El crecimiento alrededor de los discos de papel filtro indicaron la resistencia de las bacterias al tratamiento. Su metabolismo no se ve alterado y por lo tanto llegan a colonizar. La formación de halos de inhibición (espacios definidos alrededor de los discos de papel filtro en los cuales no se observa crecimiento de bacterias), nos indicaron que las bacterias fueron susceptibles a los tratamientos, inhibiendo su colonización.

Resultados

Extracción del aceite esencial de cardamomo

Se obtuvo 1.09 g de aceite esencial de color amarillo verdoso y olor característico de cardamomo (figura 2).

Crecimiento de colonias



Figura 2. Las dos fotografías son vistas del aceite esencial de cardamomo.

Fuente: José Luis Eduardo Álvarez Hernández.



Muestra 1. Se observa que con el tratamiento A (agua desionizada estéril) no hubo colonización de bacterias cerca del disco de papel filtro. Con el tratamiento B (disolución salina estéril) se observa una colonización más cercana al disco de papel filtro. C es el tratamiento con Oral B en el que se observa un crecimiento prácticamente nulo, lo cual indica que la sustancia activa (clorhexidina) impone su acción bactericida impidiendo el crecimiento. En el tratamiento D (aceite esencial de cardamomo) se puede observar que alrededor del disco de papel filtro no hay crecimiento de bacterias. No hay resistencia.



Muestra 2. Se observa nulo crecimiento de bacterias en los tratamientos A y B. Con el tratamiento C Oral B se observa un patrón similar al de la Muestra 1, no hay crecimiento de bacterias. En el caso del tratamiento D (aceite esencial de cardamomo) se puede observar que alrededor del disco de papel filtro no hay crecimiento de bacterias. No hay resistencia. Las bacterias cercanas al aceite esencial de cardamomo son sensibles a su acción.



Muestra 3. Se observa que con el tratamiento A y B hay crecimiento de bacterias siendo predominantes en B. En este caso con C y D, Oral B y aceite esencial de cardamomo respectivamente, es prácticamente nula la presencia de bacterias, lo cual indica que el aceite esencial de cardamomo inhibe el crecimiento de bacterias y que los tratamientos A Y B —al menos en este caso— demostraron ser comparables.

Conclusiones

Generalmente las técnicas convencionales empleadas para la obtención de aceites esenciales proporcionan bajos rendimientos con respecto a la cantidad de materia prima utilizada (en este caso 50 g de semillas de cardamomo).

En cuanto a los resultados obtenidos con respecto al crecimiento de bacterias con los diferentes tratamientos, el agua desionizada estéril y la disolución isotónica parecen no ser consistentes, ya que se esperaba que crecieran en, al menos, la disolución isotónica.



El cardamomo (*Elettaria cardamomum*) es una planta originaria de la India, pariente del jengibre, y considerada una especia predilecta y demandada por sus usos tanto en la gastronomía como en la medicina.

La planta presenta pequeñas vainas de tamaño pequeño (similar al de un hueso de aceituna), que contiene entre 15 a 20 semillas de olor intenso y sabor entre cítrico y dulce ligeramente picante.

En cuanto a los tratamientos con Oral B la respuesta fue la esperada y consistente debido al efecto bactericida de la clorhexidina.

Con respecto a los tratamientos con aceite esencial de cardamomo, se observa un efecto bactericida aunque no tan evidente como con el Oral B a excepción de la muestra 3 en la cual se observa un comportamiento similar.

Es recomendable realizar los ensayos con un número mayor de muestras y previo a esto aislar la cepa bucal de estudio, ya que el hecho de haber trabajado sólo con un frotis bucal proporciona resultados poco confiables.

Es probable que el aceite esencial de cardamomo tenga un efecto bactericida potencial y pueda utilizarse como una alternativa viable que inhibe el crecimiento de bacterias bucales.

Agradecimientos

Agradecemos el apoyo que se nos brindó para el trabajo realizado del programa UNAM-DGA-PA-Infocab, Clave del proyecto PB-201016 así como a las Instalaciones y Servicio proporcionado por los académicos responsables del Siladin del plantel –Sur.

Bibliografía

Batubara, I., Wahyuni, W. y Susanta, M. (2016). "Antibacterial activity of zingiberaceae leaves essential oils against streptococcus mutans and teeth-biofilm degradation". En *International Journal of Pharma and Bio Sciences*.

Carretero, M., (2010). "Frutos y Semillas de Cardamomo". Recuperado el 29 de septiembre de 2018 de: <https://botplusweb.portalfarma.com/documentos/2010/7/12/43805.pdf>

Correa, I. y Jimenez, L. (2013). "Efectividad de un enjuague bucal a base de aceites esenciales (*eugeniacyophyllatathunberg* 'clavo de olor' citrus tangerina 'mandarina' y *Ocimumbasilicum* 'albahaca') sobre placa dental y *Streptococcusmutans* en niños de 8 a 10 años". Recuperado el 5 de noviembre de 2018 de: http://190.242.62.234:8080/jspui/bitstream/11227/2748/3/INFORME_FINAL_Adrian%202.pdf

Guevara, P. et al. (2011). *Manual de Prácticas de Química Orgánica*. Ciudad de México: UNAM/Facultad de Ciencias.

Gutiérrez, R. A. y Estévez, B. A. (2009). "Relevancia de los productos naturales en el descubrimiento de nuevos fármacos en el S.XXI". Vol. 103, núm. 2.

Hilvay, R., (2015). "Efecto de los aceites esenciales de limón (*Citrus limon*), albahaca (*Ocimumbasilicum l.*) y orégano (*Origanum-vulgare*), en la conservación de la carne de cuy (*Cavia porcellus*)". Universidad Técnica de Ambato. Recuperado el 5 de noviembre de 2018 de: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/11978/1/AL%20570.pdf>

Marmolejo, X. y Murillo, H. (2015). "Procesamiento, caracterización y extracción del aceite esencial de cardamomo (*Elettaria cardamomun*) enfocado en la industria". Universidad de Guayaquil. Recuperado el 1 de octubre de 2018 de: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/18916/1/TESIS%20XIMENITA.pdf>

Bernal, R. y Maye, G. U. (1984). "El antibiograma de Discos. Normalización de la Técnica de Kirby-Bauer". En *Biomédica*. Núm. 3 y 4, (4).

Pavia, D., Lampman, G. M. y Kriz, G. S. Jr. (1988). *Introduction to Organic Laboratory Techniques*. Tercera edición. Filadelfia: W.S. Saunders Co.

Pinta

con betabel, espinaca y nuez

Cecilia Espinosa Muñoz
ceci.em@hotmail.com

Alfredo César Herrera Hernández
Plantel Oriente

Química



Resumen

Vivimos en un mundo colorido. Por donde miremos hay colores, ya sean producidos por la naturaleza o sintetizados por el humano. En la naturaleza el color se genera por sustancias conocidas como pigmentos, están presentes en vegetales, flores y frutos, los cuales han sido clasificados químicamente en diferentes categorías. El objetivo principal de este trabajo fue extraer y caracterizar los pigmentos de tres fuentes naturales: betabel, espinaca y nuez, para producir tintas, aplicarlas y analizar su calidad. Consideramos que la importancia de este trabajo experimental fue generar alternativas amigables con el ambiente y con la salud humana.

Palabras clave: tintas, extractos naturales, disolvente, betabel, espinaca y nuez.

Introducción

La naturaleza nos ofrece una variedad de colores, basta con mirar las flores y frutos que, en diferentes épocas del año, hay en los mercados mexicanos para notar su diversidad, cual pintor con su godete.

Los diferentes colores de los productos naturales han sido clasificados químicamente en las siguientes categorías:

- I. Carotenoides: son los pigmentos responsables de los colores rojos, amarillos y naranjas, por ejemplo, en los pimientos rojos, en las zanahorias y en el jitomate. Generalmente son insolubles en agua, pero se disuelven fácilmente en grasas y alcoholes. Aunque los carotenoides están presentes en casi todos los vegetales y en las hojas verdes de los árboles, permanecen ocultos por la clorofila. Solamente en otoño, cuando disminuye la clorofila, aparecen los carotenos.
- II. Clorofilas: son los pigmentos más abundantes en la naturaleza, ya que casi todos los vegetales verdes las contienen, además de algunas algas y bacterias. Existen diferentes tipos de clorofila, como la A, que se encarga de absorber la luz durante la fotosíntesis, y la B, que absorbe otras longitudes de onda (para detalles de su estructura ver la figura 1). Estos compuestos son insolubles en agua, pero sí lo son en disolventes como la acetona o el éter.

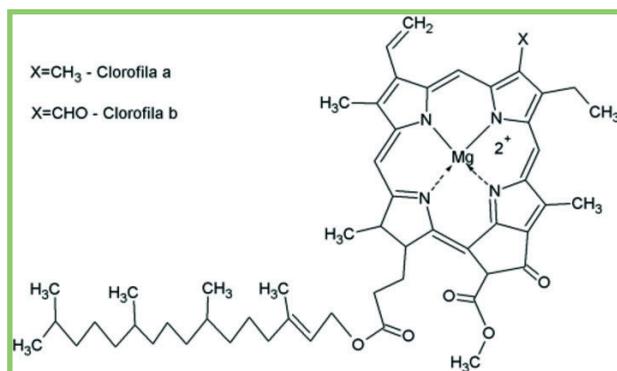


Figura 1. Estructura general de la clorofila. Fuente: https://www.researchgate.net/figure/Figura-2-Estructura-quimica-de-la-clorofila-a-y-la-clorofila-b-Figure-2-Chemical_fig2_331267481

- III. Antocianinas: son los compuestos responsables de producir colores azules y morados. Son hidrosolubles. En particular, las antocianinas cambian notablemente de color cuando varía el pH.
- IV. Antoxantinas: dan lugar al color cremoso de cebollas, espárragos, arroz, etcétera, que al pH alcalino se vuelve amarillento.
- V. Betalainas: estos pigmentos son hidrosolubles, su núcleo fundamental es el ácido betalámico (figura 2), su máxima estabilidad está en un pH entre 5 y 6. Sus colores van del anaranjado amarillento al rojo violáceo.

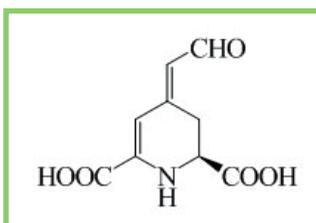


Figura 2. Estructura del ácido betalámico. Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_betal%C3%A1mico

Los pigmentos naturales son una opción más amigable con el ambiente para el desarrollo de tintas, debido a que comercialmente se elaboran de compuestos sintéticos que dañan la salud humana, por ejemplo, al absorberse por vía cutánea, y afectan el medio si se llegan a lixiviar en los mantos freáticos.

Por ello, los objetivos de esta investigación fueron extraer los colorantes del betabel, la espinaca y la nuez, caracterizarlos, realizar mezclas para generar tintas y evaluarlas.

Metodología

Extracción de los colorantes

La extracción es el proceso de separación de los principios solubles de las materias primas de origen natural (en nuestro caso el betabel, la espinaca y la nuez) en los que se emplean disolventes. En los siguientes párrafos se explica el procedimiento seguido luego de acondicionar las materias primas.

Betabel: se extrajeron los colorantes por dos métodos. En el primero de ellos se dejó el betabel, cortado en pequeñas partes, en contacto con agua por 48 horas a temperatura ambiente. En el segundo se extrajo el jugo del betabel directamente con un extractor comercial para jugos.

Espinaca: se extrajo el jugo de un manojo de espinacas empleando un extractor comercial para jugos y luego se filtró.

Nuez: se trituraron las cáscaras de nuez y eliminamos su interior carnoso. Las cáscaras se dejaron remojando por 3 días, después se hirvieron para extraer la mayor cantidad de pigmentos.

Caracterización de los colorantes

Una vez que extrajimos los colorantes de las materias primas, procedimos a caracterizarlos empleando el método de cromatografía en papel. Las fases estacionarias fueron tiras de papel y usamos gotas de los extractos

de colorantes como muestras a separar. Empleamos cuatro disolventes como fase móvil: agua, etanol, acetona y éter etílico, cada uno de ellos con diferente polaridad.

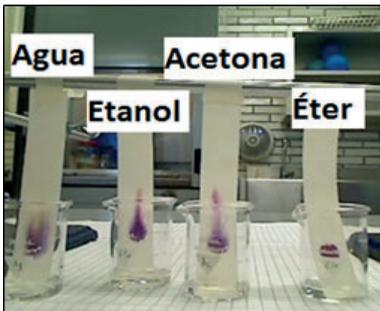
Preparación de mezclas y tiempo de secado

Realizamos mezclas con diferentes disolventes y en diferentes concentraciones junto con los extractos, esto con la finalidad de obtener una mezcla con menor tiempo de secado y mayor cantidad y calidad de pigmento. Se hicieron trazos en hojas blancas, con pinceles impregnados con las mezclas y se tomó el tiempo de secado, así como la coloración obtenida.

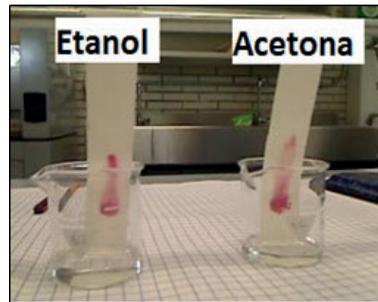
Resultados

Las siguientes imágenes muestran las cromatografías en papel de los colorantes naturales.

Extracto acuoso de betabel



Extracto del jugo de betabel



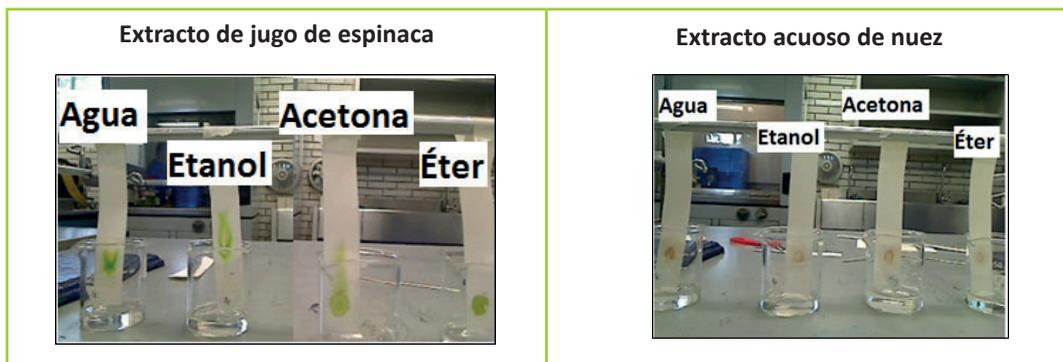


Figura 3. Cromatografía en papel de colorantes naturales. Fuente: propia.

En la siguiente imagen se aprecia la apariencia de las tintas finales. De izquierda a derecha betabel I, nuez, betabel II y espinaca.



Figura 4. Apariencia de las tintas finales. Fuente: propia.

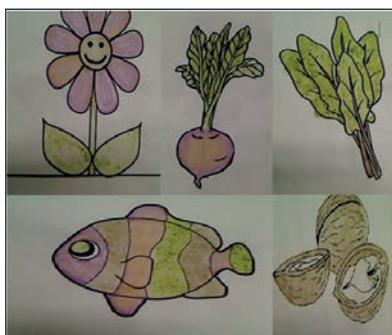


Figura 5. Aplicación de las tintas. Fuente: propia.

Análisis de resultados

De las cromatografías en papel de los extractos naturales, para el caso del betabel, el único disolvente que no logró separar los componentes fue el éter. Asimismo, identificamos que el extracto de betabel está formado por los colores rojo, morado y amarillo.

En los extractos de espinaca, de nueva cuenta, el único disolvente que no logró separar sus componentes fue el éter. Con los demás disolventes logramos observar que el colorante de la espinaca está formado por dos colores principales: un verde brillante y un amarillo opaco.

Los extractos acuosos de nuez tuvieron un comportamiento singular ante las cromatografías, ya que en ningún disolvente se logró que la mancha original se desplazara, esto nos da cuenta de la naturaleza de sus componentes.

Después de discutir en equipo los resultados, se realizaron mezclas de disolventes junto con los colorantes, con la intención de obtener una mezcla con el menor tiempo de secado. Los resultados se muestran en la tabla 1.

Para el caso del extracto de betabel acuoso (betabel I), el mejor tiempo de secado fue para la mezcla 50% etanol y 50% de colorante, sin embargo, no fue elegida debido a que la calidad del trazado no era la adecuada, por no retener una cantidad considerable de color. Para el extracto del jugo de betabel (betabel II), el menor tiempo de secado fue para la mezcla de 25% etanol, 25% acetona y 50%

de colorante, siendo esta la formulación final, debido a la calidad del trazo de la tinta y dejando una coloración rojiza.

Con la nuez tuvimos la dificultad de que el trazo del color café era lo suficientemente definido. Así que tuvimos que evaporar el exceso de agua para concentrarlo, pero los resultados obtenidos no eran significativos, se consiguió una coloración café sumamente tenue.



Tabla 1. Mezclas y sus tiempos de secado
(Los tiempos están reportados en minutos/segundos/centésimas)

Mezcla	Betabel I*	Betabel II**	Espinaca	Nuez
Extracto sin disolvente	1.21.17	1.22.92	0.50.20	0.38.22
50% Etanol 50% Extracto	0.47.61	1.34.67	1.21.37	0.51.30
50% Acetona 50% Extracto	1.12.75	1.77.98	0.32.0	1.39.8
25 % Etanol 25 % Acetona 50% Extracto	1.32.22	0.27.23	0.39.78	0.44.29

*Betabel I: Extracto acuoso. **Betabel II: Jugo de betabel.

Cabe mencionar que a las mezclas obtenidas no se les adicionó ni fijadores ni conservadores, a pesar de que los compuestos orgánicos son susceptibles de degradación, ya que la mezcla de etanol y acetona cumplió ese propósito.



Los pigmentos naturales son una opción más amigable con el ambiente para el desarrollo de tintas, debido a que comercialmente se elaboran de compuestos sintéticos que dañan la salud humana, por ejemplo, al absorberse por vía cutánea, y afectan el medio si se llegan a lixiviar en los mantos freáticos.

Conclusiones

Con base en lo expuesto nuestros objetivos fueron alcanzados, ya que extrajimos los colorantes del betabel, la espinaca y la nuez y los caracterizamos empleando la técnica de cromatografía en papel; realizamos mezclas de los colorantes con algunos disolventes para generar tintas, mismas que probamos para lograr aquella con menor tiempo de secado y mayor calidad en el color.

Asimismo, se puede concluir que, de los tres tipos de colorantes extraídos, la betalaína del betabel, obtenida por extracto acuoso, y la clorofila de la espinaca funcionaron mejor, ya que la nogalina de la nuez no dio el color esperado y no funcionó de manera óptima para la tinta. Además, gracias a la betalaína, y en general a todas las betalaínas que se encuentran en el betabel, no sólo se encontró y utilizó el color violeta, sino que también, a partir de la oxidación del extracto del betabel, se encontró una tinta café.

Estos colorantes naturales funcionan mejor como tintas líquidas. Quizás en futuras investigaciones, y con ayuda de la tecnología adecuada, se puedan separar y purificar los

pigmentos de las materias primas que empleamos para generar productos útiles, como tintas para plumones que puedan ser recargables y no desechables, tintas para cabello a base de extractos de betabel; tintas para impresoras a base de la cáscara de nuez o hasta indicadores ácido-base.

Agradecimientos

Por su compromiso y dedicación en el desarrollo de esta investigación, a los alumnos, que en su momento pertenecieron al Plantel Oriente y hoy están en la Facultad de Química, Raquel Gutiérrez Rodríguez, Adriana Angélica Mendoza Villegas y Jesús Yair Ramírez Villalobos.

Bibliografía

Córdova Frunz, J. L. (2003). *La química y la cocina*. México: FCE.

Flores, M. A., et al. (2019). "Estructura y estabilidad de las betalaínas". *Interciencia*. 44 (6). 318-325. Recuperado de: https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2019/07/318_6534_A_Chavez_v44n6.pdf

Garzón, G. (2008). "Las antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioactivos". *Acta Biológica Colombiana*. 13 (3). 27-36. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v13n3/v13n3a2.pdf>

Ruíz, S., et al. (2019). "Extracción y cuantificación de clorofila en hojas comestibles del estado de Tabasco". *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 4. 891-896. Recuperado de: <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume4/4/10/126.pdf>

La química del gorgojo chino



Pilar Rodríguez Arcos
pilar.rodriguez@cch.unam.mx

Alfredo César Herrera Hernández
Plantel Oriente

Química



Resumen

Una de las terapias alternativas recurrida por algunas personas para recuperar la salud es la coleóptero terapia, que consiste en ingerir gorgojos chinos vivos de forma creciente durante 70 días para luego retroceder su consumo por un periodo similar de tiempo. La idea que hay tras el consumo de esos escarabajos es que, al consumirlos vivos, llegan al estómago, en donde liberan compuestos que tienen acciones benéficas en el organismo.

Por lo anterior, en el presente trabajo se estudiaron aspectos de la especie *Ulomoides dermestoides* (gorgojo chino) como su morfología y propagación, el contenido de macronutrientes, su capacidad antimicrobiana y los grupos funcionales de los compuestos presentes en extractos de gorgojo en diferentes condiciones, esto último a través del análisis de espectros de IR¹, los cuales se obtuvieron con el apoyo del Departamento de Espectrofotometría de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM, ello con la intención de dejar al descubierto la química que esconde esta especie de coleóptero.

Palabras clave: gorgojos chinos, escarabajos, macronutrientes, antimicrobianos, espectros de infrarrojo.

Introducción

Los escarabajos o coleópteros son una categoría taxonómica que incluye muchos insectos de diferentes familias y especies (más de 300 mil), tan solo en México se han registrado 631 especies y 79 géneros (Zaragoza y Pérez, 2014).

Y en el México prehispánico, específicamente para los aztecas, se les conocía como *temolin*, palabra formada por la voz *tetl* (piedra) y *ollin* (movimiento), es decir, eran *pedras en movimiento* (Zaragoza, Navarrete y Ramírez, 2016).

El gorgojo chino, o por su nombre científico *Ulomoides dermestoides*, es un coleóptero perteneciente a la familia Tenebrionidae¹, empleado como un medicamento tradicional alternativo en diversas partes del mundo, con el objetivo de tratar o curar enfermedades como el asma, la diabetes, la artritis, el VIH y hasta el cáncer (Deloya y Deloya, 2014).

En México, el consumo del gorgojo chino va en aumento, basta con entrar a cualquier buscador web y teclear "gorgojo chino" para percatarse de muchos testimonios que afirman su eficacia e invitan a unirse a la llamada "cadena del gorgojo", una red que inició en Argentina, con la finalidad de propagar y donar los escarabajos a las personas que los soliciten sin costo alguno.

Las personas que usan este escarabajo como un tratamiento casero pueden llegar a consumir alrededor de 4 mil 900 ejemplares vivos en un periodo de 140 días, con la intención de mejorar su salud y reducir los síntomas asociados a diferentes estados de enfermedad. Para comenzar, las personas deben ingerir uno el primer día, hasta llegar a

¹ De la palabra *tenebrosus*, equivalente de oscuro (Zaragoza, Navarrete y Ramírez, 2016).

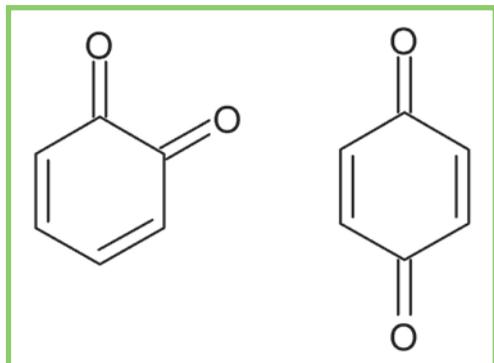
¹ Espectroscopia infrarroja.

consumir 70 en un día, después, la ingesta va disminuyendo hasta volver a consumir uno al día.

No está por demás mencionar que las personas que emplean la coleopteroterapia, es decir, la ingesta de escarabajos con fines terapéuticos, lo han hecho a partir del conocimiento empírico (Capul, 2010).

Como insecto, los gorgojos chinos poseen un exoesqueleto rígido y protector formado principalmente de quitina, un polisacárido de N-acetil glucosamina. Algunas propiedades que le confiere la quitina a los insectos son: agente antimicrobiano, fungistático y fungicida natural.

Por otra parte, son pocos los estudios químicos específicos que se han llevado a cabo sobre el *Uromoides dermestoides*, por ejemplo, Deloya y Deloya (2014) reportan que este coleóptero secreta un grupo de sustancias como repelentes o irritantes para defenderse de sus depredadores, entre las que se encuentran las benzoquinonas (ver figura 1) y los pentadecenos.



o-Benzoquinona P-Benzoquinona
Figura 1. Estructura de las benzoquinonas. Fuente: Propia.

En este sentido, Tejada (2014) indica que algunos hidrocarburos insaturados como el 1-Pentadeceno y el 1-Trideceno funcionan como vehículos de las benzoquinonas, como surfactante cuticular y bloqueadores de la vista, el olfato y el gusto en los depredadores.

Como se observa en la figura 1, las benzoquinonas o quinonas son compuestos orgánicos del tipo cetónico, cíclico, insaturado, las cuales son intermediarios toxicológicos con efectos peligrosos sobre la salud humana, como la citotoxicidad aguda, la inmunotoxicidad y la carcinogénesis.

El daño celular que ocasionan las benzoquinonas se lleva a cabo por la alquilación de las proteínas celulares y del ADN; además, estos compuestos tienen la capacidad de formar especies reactivas de oxígeno, es decir, radicales libres, y enlazarse covalentemente con macromoléculas, conllevando daños celulares.

En cambio, los alquenos que *Uromoides dermestoides* producen como vehículo no poseen efectos citotóxicos. Al respecto, también fueron detectadas estructuras saturadas, insaturadas, ramificadas y con longitudes de cadena que van desde 13 a 43 átomos de carbono, como el n-Pentacosano, el 9 11-Pentacosadieno, entre otros. (Tejada, 2014).

Por lo anterior, los autores de este trabajo consideramos de suma relevancia indagar, a través de la química, lo que hay tras el consumo terapéutico de este coleóptero y su posible funcionalidad.

Así, para esta investigación, los objetivos que guiaron el trabajo experimental fueron:

- Estudiar la especie *Uromoides dermestoides*.
- Analizar la presencia de algunos macronutrientes en extractos de gorgojo

chino, como proteínas, carbohidratos y lípidos.

- Evaluar la capacidad de los extractos de gorgojo chino como posible bactericida y fungicida.
 - Identificar los grupos funcionales presentes en los compuestos que el coleóptero produce en diferentes condiciones, apoyados con espectros de infrarrojo:
1. Bajo condiciones de estrés a partir de una simulación en condiciones estomacales (pH ácido).
 2. Sedado, disminuyendo el estrés de los insectos y evitando la generación de compuestos.

Metodología

El desarrollo de la investigación experimental se dividió en cuatro secciones:

(I) Acondicionamiento, incorporación e identificación de los especímenes en un medio controlado.

Los especímenes de gorgojo chino para esta investigación fueron donados. El total de 305 gorgojos en estado adulto y 4 larvas los colocamos en un contenedor de plástico, con una capa de avena, pan de caja integral y lechuga como base. A fin de protegerlos, cubrimos el recipiente con tela atada con ligas. Algunos individuos fueron observados por el microscopio estereoscópico.

(II) Análisis de nutrientes (proteínas, grasas y carbohidratos) en extractos de gorgojo.

Obtuvimos un extracto acuoso con 50 especímenes, colocados en una caja Petri y dormidos con éter de petróleo; estos fueron molidos con un poco de agua y se filtró. Con el líquido filtrado hicimos pruebas químicas para identificar:

1. Carbohidratos

Azúcares reductores (glucosa): colocamos 2 mL del extracto con 1 mL del reactivo de Benedict en un tubo de ensayo y los mezclamos. Posteriormente calentamos suavemente en el mechero y observamos. La producción de un precipitado naranja indicaría la presencia de azúcares reductores.

Se realizó la misma prueba con un control positivo, esto con la finalidad de comparar resultados y verificar la viabilidad del reactivo.

Azúcares no reductores (sacarosa): colocamos 2 mL de extracto con 3 gotas de ácido clorhídrico diluido en un tubo de ensayo. Hervimos la mezcla por 2 minutos para luego esperar a que enfriara. Añadimos bicarbonato de sodio hasta que la efervescencia disminuyera y agregamos 1 mL de reactivo de Benedict, después calentamos suavemente y observamos. La producción de un precipitado naranja indicaría la presencia de azúcares no reductores.

Polisacáridos (almidón): a través de la reacción con lugol, a un tubo de ensayo le agregamos 2 mL del extracto acuoso y 3 gotas de lugol. Observamos la posible coloración obtenida, ya que un color azul-violeta indicaría la presencia de almidón.

2. Proteínas

A un tubo de ensayo le adicionamos 2 mL del extracto acuoso con 1 mL de disolución de hidróxido de sodio y con 5 gotas de reactivo de Biuret, agitando en todo momento. Observamos la coloración de la mezcla, de tal manera que una tonalidad rosa-violeta indicaría la presencia de proteínas.

3. Grasas

Colocamos 2 mL del extracto en un tubo de ensayo adicionando además 2 gotas de etanol y agitando vigorosamente para observar. La presencia de un precipitado blanco indicaría la presencia de grasas.

(III) Evaluación de la actividad antimicrobiana (en hongos y en bacterias) de los extractos de gorgojo chino.

Para evaluar la posible actividad antimicrobiana que los extractos de gorgojo chino puedan tener preparamos dos medios de cultivo, uno específico para hongos (agar papa dextrosa o PDA) y otro para bacterias (agar nutritivo o AN), considerando controles positivos y controles negativos.

Los controles negativos de los medios de cultivo no llevaron extractos de gorgojo chino, en cambio, los controles positivos llevaron una concentración del 1% de esos extractos.

Una vez que los medios de cultivo (tanto los controles negativos, como los controles positivos) se vaciaron en cajas Petri, los dejamos expuestos al ambiente por un lapso de una hora. Transcurrido ese tiempo, sellamos las cajas Petri y las dejamos en una zona cálida para el crecimiento microbiano.

Tras 48 horas, hicimos observaciones y conteos de las unidades formadoras de colonias (UFC) en cada caja Petri y registramos los resultados.

Asimismo, hicimos tinciones de Gram y para hongos, y se observaron al microscopio, con la finalidad de identificar algunos de los microorganismos.

(IV) Obtención de extractos de gorgojo chino en diferentes condiciones y la generación de espectros de infrarrojo.

Para esta sección hicimos tres extractos:

Extracto 1: seleccionamos 50 escarabajos adultos. Los transferimos a una caja Petri y les colocamos un algodón impregnado con éter de petróleo para que durmieran sin estrés. Posteriormente hicimos un extracto acuoso, adicionando 50 mL de agua y macerando las muestras orgánicas. Filtramos y envasamos en un frasco ámbar.

Extracto 2: simulamos las condiciones estomacales ($\text{pH}=2$ y 0.01M) en una disolución, la cual colocamos en una bolsa hermética. Posteriormente seleccionamos 50 escarabajos adultos y los colocamos en la disolución por un lapso aproximado de 30 minutos. Filtramos y recuperamos el extracto ácido en un frasco ámbar.

Extracto 3: simulamos las condiciones estomacales ($\text{pH}=2$ y 0.01M) en una disolución, la cual colocamos en una bolsa hermética. Posteriormente, seleccionamos 50 escarabajos adultos y los colocamos en la disolución por un lapso de aproximadamente 30 minutos. Maceramos las muestras (simulando el proceso de digestión), filtramos y envasamos el extracto en un frasco ámbar.

Los tres extractos fueron membretados y llevados al Departamento de Espectroscopia

de la Facultad de Estudios Zaragoza para la obtención de sus espectros de infrarrojo, los cuales analizamos a detalle.

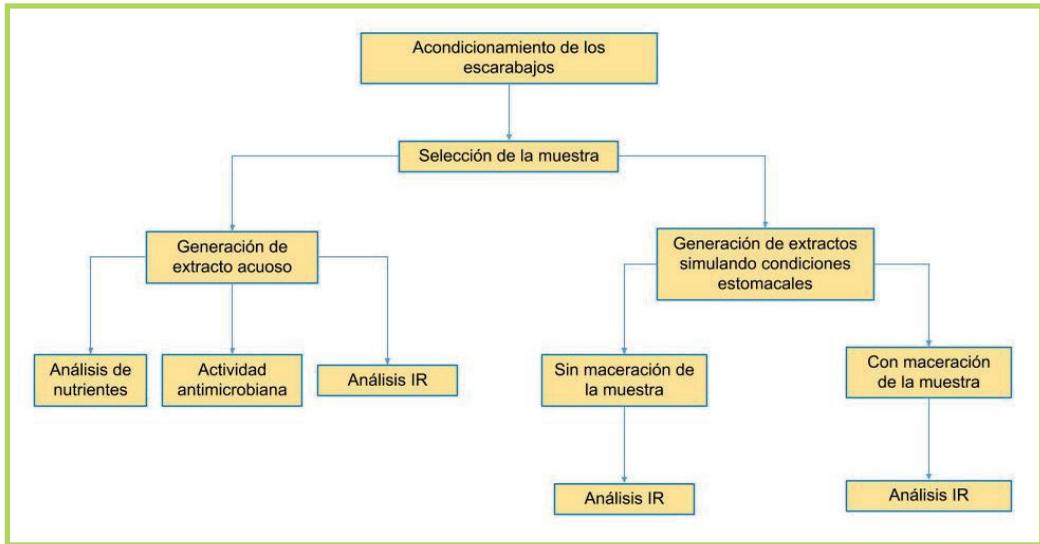


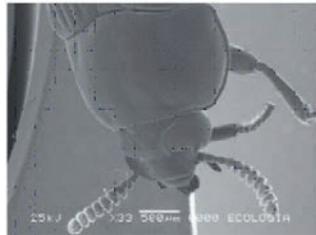
Figura 2. Diagrama de flujo de metodología. Fuente: Propia.

Resultados

(I) Identificación y caracterización de los gorgojos chinos.



A



B



C



Figura 3. *Ulomoides dermestoides*: A) Tórax y cabeza de larva. B) Cabeza y tórax del adulto (Tomadas en Microscopio Electrónico de Barrido, línea equivalente a 500 μ). Fuente: Deloya, 2014. C) Gorgojos chinos adultos y larvas. Fuente: propia.

(II) Análisis de nutrientes en extractos de gorgojo.

En cuanto al análisis de nutrientes, el extracto resultó negativo para carbohidratos y grasas y solo presentó prueba positiva para proteínas.

(III) Evaluación de la actividad antimicrobiana de extractos de gorgojo chino.

Para observar el crecimiento de hongos, sembramos cuatro placas con agar PDA como control negativo y cuatro para el control positivo (figura 4), y después de la incubación, observamos un promedio de 48 UFC y 78 UFC, respectivamente.

En los medios de cultivo específicos para el crecimiento de bacterias, sembramos cuatro placas para el control negativo y cuatro más para el control positivo, y después de la incubación observamos 104 UFC y 128 UFC, respectivamente. Se realizó tinción de Gram a algunas de las colonias observadas, y se encontró con bacilos Gram (-) y cocos Gram (-) (figuras 5 y 6).



Figura 4. UFC en el control positivo.
Fuente: propia.



Figura 5. Bacilos Gram (-), (objetivo 100X con aceite de inmersión).
Fuente: propia.

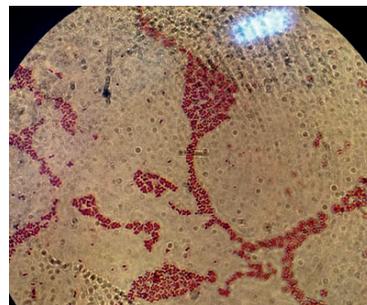


Figura 6. Cocos, diplococos y estreptococo Gram (-) (objetivo 100 X con aceite de inmersión).
Fuente: propia.



El gorgojo chino, o por su nombre científico *Uloides dermestoides*, es un coleóptero perteneciente a la familia Tenebrionidae, empleado como un medicamento tradicional alternativo en diversas partes del mundo, con el objetivo de tratar o curar enfermedades como el asma, la diabetes, la artritis, el VIH y hasta el cáncer (Deloya y Deloya, 2014).

(IV) Espectros de infrarrojo de extractos de gorgojo chino.

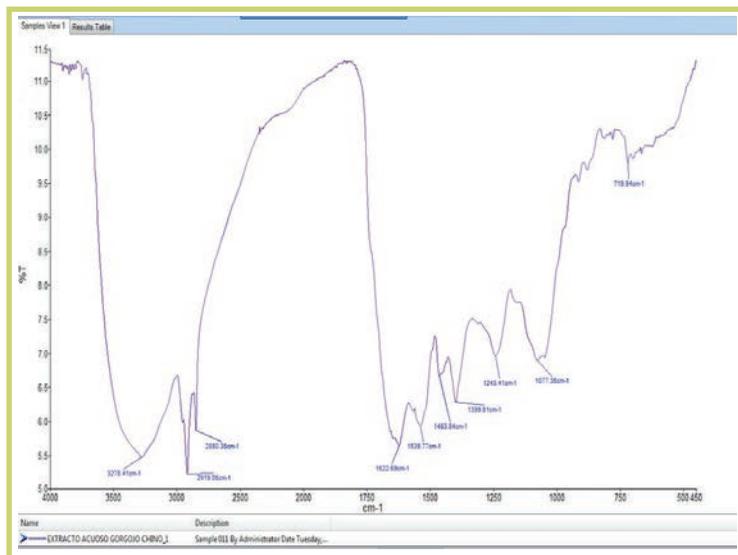


Figura 7. Espectro 1: extracto acuoso de gorgojo chino. Fuente: propia.

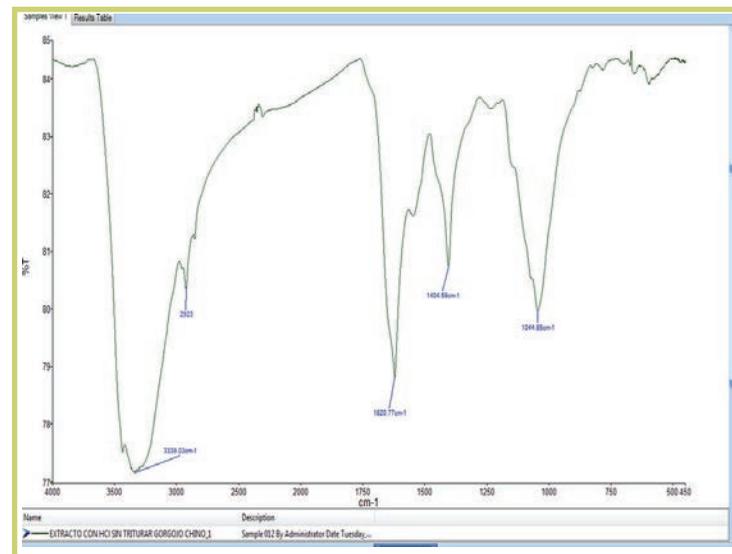


Figura 8. Espectro 2: Extracto de gorgojo chino en ácido clorhídrico sin macerar. Fuente: propia.

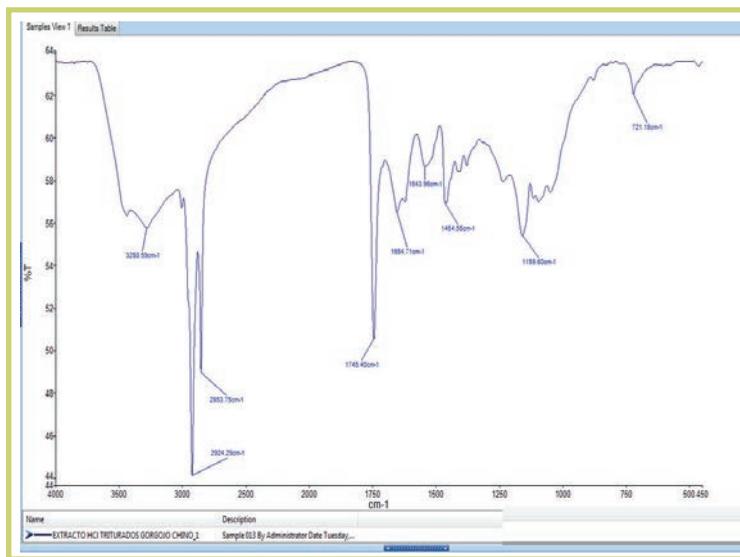


Figura 9. Espectro 3: Extracto de gorgojo chino en ácido clorhídrico macerado. Fuente: propia.

Análisis de resultados

El acondicionamiento para la reproducción del escarabajo en el medio con avena, pan blanco y lechuga fue favorable para los individuos de gorgojo chino dado que se reprodujeron de forma exitosa.

De las pruebas para identificar macronutrientes solamente detectamos la presencia de proteínas en el extracto de gorgojo. No detectamos azúcares reductores, azúcares no reductores, polisacáridos, almidón y lípidos en el extracto de gorgojo.

La interpretación de los resultados anteriores nos conduce a plantear que las proteínas que componen el exoesqueleto de *Ulomoides dermestoides* son las que estamos detectando en la prueba correspondiente.

Sin embargo, al no detectar carbohidratos en el extracto, nos conduce a proponer dos posibles explicaciones: 1) A pesar de que

el escarabajo consume el almidón de la avena y del pan, su metabolismo es tan rápido que lo metaboliza, inclusive degradando la glucosa o 2) La sensibilidad de la prueba no permite detectar la concentración tan reducida de carbohidratos. La prueba de la ausencia de lípidos concuerda con la composición de los escarabajos.

En cuanto a las posibles propiedades antimicrobianas que presentan extractos de gorgojo chino, los resultados nos conducen a decir que no tiene ese tipo de efecto. El promedio de las UFC de hongos en los cultivos del control negativo es menor que el control positivo, es decir, 48 UFC en promedio para el medio sin extracto y 78 UFC en promedio para el medio con extracto. La misma situación ocurre en los promedios de las UFC de bacterias. En el control negativo (sin extracto) hay en promedio 104.25, en cambio en el control positivo (con extracto) hay 128.

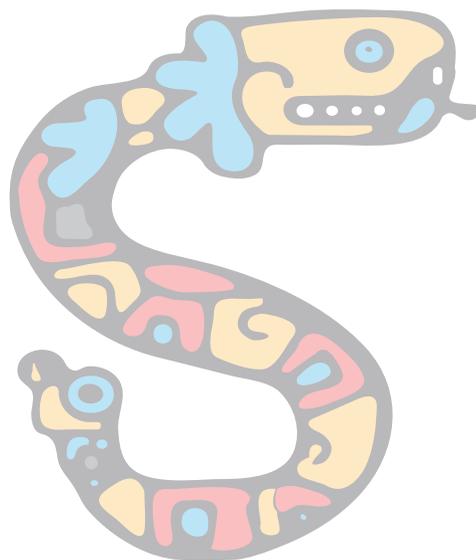
Los resultados anteriores se explican por dos situaciones. Primero, a pesar de que se reporta que la quitina, la cual forma el exoesqueleto de los escarabajos, tiene propiedades antimicrobianas y fungicidas, al macerar para generar el extracto correspondiente, estamos degradando ese compuesto, por lo que pierde su efecto. Segundo, como se llega a observar, hay más crecimiento tanto de hongos como de bacterias en el medio que lleva extracto de gorgojo, esto podría deberse a que al ser macerados, liberamos la flora microbiana que los gorgojos tienen en su sistema digestivo.

Para el caso del análisis de los espectros de infrarrojo de los extractos, la interpretación de ellos se muestra en la siguiente tabla:

Extracto acuoso de gorgojo chino	Extracto de gorgojos macerados con HCl	Extracto de gorgojos sin macerar con HCl
Encontramos la presencia de uniones C - H, así como más de cuatro C - H, también están grupo O - H, y detectamos amidas secundarias.	Encontramos la presencia de uniones C - H, así como más de cuatro C - H y la presencia de carbonilos C = O.	Encontramos la presencia de uniones tipo C - H, pero no más de cuatro, también detectamos el grupo O - H y la presencia de aminas.

Es difícil, por ejemplo, averiguar la procedencia del grupo O - H que presentan los espectros acuosos y sin macerar con HCl, pues es un grupo funcional presente en múltiples estructuras, como los carbohidratos y las proteínas; lo mismo ocurre con el grupo C = O detectado en el espectro macerado con HCl.

Como se llega a observar, los datos que obtuvimos de los espectros de infrarrojo nos dan evidencias limitadas para identificar con certeza la estructura química de los compuestos presentes en los extractos, considerando, además, que seguramente tenemos mezclas de compuestos. Sin embargo, lo que sí podemos afirmar, es que se trata de mezclas de diferentes composiciones.



Conclusiones

Tras el proceso de investigación, nuestras conclusiones son las siguientes:

- Los principales macronutrientes que detectamos en extractos de *Ulomoides dermestoides* son las proteínas.
- Los extractos de gorgojo chino no pueden ser considerados como antifúngico o bactericida, debido a que no inhibe el crecimiento de esos microorganismos.
- Al hacer las pruebas de 3 diferentes extractos de gorgojos chinos (condiciones de acidez del estómago, condiciones de acidez del estómago y triturados, en agua y triturados) se generan diferentes compuestos en diversas condiciones, ello porque se identificaron grupos funcionales distintos.
- Consideramos que los resultados presentados en este trabajo son un excelente punto de partida para realizar futuras investigaciones. Por ejemplo, para identificar de una forma más exacta los compuestos que *Ulomoides dermestoides* genera, se podrían usar otras técnicas analíticas, como la espectroscopia de masas o la resonancia magnética, así como hacer una separación cromatográfica de los extractos.

Agradecimientos

Por su apoyo con el análisis IR: Doctora Lourdes Castillo Granada.

Por su compromiso y dedicación, a los alumnos: Medina Ávila Leticia Adamaris, Olalla Miranda Israel y Ramírez Villalobos Jesus Yair.

Bibliografía

Capul, F. (2010). "Sobre el uso de *Ulomoides dermestoides* (Chevrolat, 1878), (Coleoptera, Tenebrionidae, Diaperini) en la coleopteroterapia: informe de un caso en Ixtapa, Jalisco, México". En *Boletín Asociación Española de Entomología*. Núm. 34, pp. 419-422. Recuperado de: <http://www.entomologica.es/cont/publis/boletines/980.pdf>

Deloya, G. y Deloya, C. (2014). "Sustancias producidas por el coleóptero *Ulomoides dermestoides* (Chevrolat, 1878) (Insecta: Coleoptera: Tenebrionidae): efecto antiinflamatorio y citotóxico". En *Acta zoológica mexicana*. Núm. 30 (3), pp. 655-661. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372014000300014&lng=es&tlng=es

O'Toole, C. (2007). *La gran enciclopedia de los insectos*. Madrid: Libsa.

Tejada, K. (2014). "Caracterización de los efectos biológicos y terapéuticos del gorgojo del maní (*Ulomoides dermestoides*)". México: Universidad Veracruzana. Recuperado de: <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/36047/1/tejedadorantezkarla.pdf>

Zaragoza, S., Navarrete, J. y Ramírez, E. (2016). "Temolines. Los coleópteros entre los antiguos mexicanos". México: UNAM/Instituto de Biología.

Zaragoza, S. y Pérez, C., (2014). "Biodiversidad de cantaroideos (Coleoptera: Elateroidea [*Cantharidae*, *Lampyridae*, *Lycidae*, *Phengodidae*, *Telegeusidae*]) em México". En *Revista Mexicana de Biodiversidad*. Vol.85 pp.279-289. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.7550/rmb.31748>

Contrastes climáticos

entre las zonas Oriente y Sur de la CDMX,
con datos históricos y
Red-PEMBU de 2014 a 2018

Emilian Yosire Martínez Nava
yumikomangaka@gmail.com
Plantel Oriente

Yolanda Nava Cruz

Meteorología



Resumen

El pronóstico del clima local es fundamental para la prevención de riesgos o amenazas que se deriven de contingencias ambientales. En este trabajo comparamos los patrones climatológicos descritos por Ernesto Jáuregui para el periodo 1963-1992, con el análisis de los últimos 5 años de datos de la Red PEMBU-UNAM de las zonas Oriente y Sur de la CDMX. Los resultados muestran que los patrones se conservan para el caso de variables como precipitación y temperatura, con un promedio de $0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ de aumento en los últimos 5 años. En términos del uso correcto de la información meteorológica local, algunos resultados sobresalientes que deben tomarse en cuenta por los habitantes de la zona Oriente de la ciudad (donde se ubica nuestro CCH), indican que se debe minimizar la exposición solar y usar bloqueador durante los meses más calurosos y con mayor dosis de UV (abril y mayo). Además, instalar anticipadamente y dar mantenimiento a los sistemas de cosecha de agua de lluvia, limpiar las calles y desazolver los drenajes, preferentemente desde el mes de abril para prevenir riesgos, ya que julio y agosto son los meses más lluviosos.

Palabras clave: clima local, CDMX, PEMBU, prevención, riesgo.

Introducción

El cambio climático, causado por actividades antropogénicas, ha puesto en jaque la sostenibilidad del desarrollo humano, porque atenta contra los sistemas de soporte ecológico y balance energético de los que depende la vida en el planeta. En las últimas décadas se han observado cambios en la salud ambiental como producto del deterioro de las condiciones de los servicios ecosistémicos a nivel mundial. Los reportes de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) indican que los años 2015, 2016, 2017 y 2018, han sido los más calientes desde que se tiene registro (Figura 1), siendo 2016 el más caliente con presencia del fenómeno de *El niño*¹, mientras que 2017 fue caliente con la asistencia leve de *La niña* hacia el final del año (OMM, 2019).

De acuerdo con el reporte “*Estado del clima mundial en 2015-2019*” (WMO, 2019), la temperatura media mundial ha aumentado en $1.1 \pm 0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ desde la era preindustrial (1850-1900) y en $0.20 \pm 0.08\text{ }^{\circ}\text{C}$ respecto al período 2011-2015. Esto hace suponer que aumentarán rápidamente los riesgos de grave daño a los ecosistemas, con especial énfasis en las zonas costeras vulnerables, y se observarán cambios repentinos del sistema climático global y con ello afectaciones a la salud humana.

¹ El fenómeno de El Niño ocurre porque la temperatura de la superficie del mar, que tradicionalmente es fría en el otoño e invierno, se calienta por arriba del promedio normal, generando con ello un aumento de la temperatura del aire. Mientras que en el caso de La Niña el mar se enfría (Magaña et al, 1998).

La forma en que la que la sociedad se prepare para hacer frente a las condiciones extremas del clima, es un elemento determinante de la vulnerabilidad de los países en el futuro (Landa, 2008). Conocer el clima es un elemento de gran importancia para asegurar el bienestar a largo plazo de la población humana, por lo que resulta muy oportuno contar con información meteorológica a escala local, que permita tomar acertadas decisiones en lo cotidiano. Ante un panorama de eventos azarosos, se requiere que el ciudadano de a pie cuente con información adecuada y de forma oportuna, para hacer frente a las contingencias y riesgos derivados de las alteraciones en los patrones climáticos (Maternset al, 1998).

El pronóstico del tiempo, sobre todo en grandes centros urbanos como la Ciudad de México, no sólo es indispensable, sino urgente, ya que con mayor frecuencia se presentarán eventos de lluvia de mayor intensidad y asiduidad, así como la recurrencia de fenómenos como las denominadas “islas de calor”, que afectan drásticamente la calidad del hábitat citadino.

En este sentido, si se desea que haya una actitud de prevención por parte de la población civil frente al riesgo, deberemos contar con predicciones de tiempo de mayor precisión para cada localidad en específico (Magaña *et al.*, 2013). Cada vez es más claro que no basta con hablar de temperaturas mínimas y máximas, pues en su forma actual no permiten estructurar acciones en materia de Protección Civil. Hasta el momento, el uso de la información climática sólo es una herramienta que simplemente explica los desastres, en vez de poder generar una verdadera estrategia de planeación para la prevención (Landa *et al.*, 2008).

Sitios de estudio

En su libro *El clima de la Ciudad de México*, Ernesto Jáuregui (2000) describe que la zona Oriente tiene un clima seco de tipo estepa con temperaturas que oscilan entre los 15 y 17 °C, lluvias deficitarias que varían entre 400 y 550 mm anuales. Mientras que en la zona Sur el clima es templado y con lluvias abundantes que oscilan entre los 700 y 1200 mm anuales (para el período 1963-1992). Información adicional indica que la zona Oriente se encuentra a una altitud promedio de 2,243 msnm y el uso de suelo es urbano, con un clima de tipo semiseco templado. Mientras que para la zona Sur la altitud es de 2,368 msnm con un clima templado subhúmedo, lluvias en verano y el uso de suelo es principalmente urbano, pero con importantes extensiones de matorral xerófilo de palo loco (REPSA, 2020). Por su parte la Red PEMBU proporciona la ubicación de la estación meteorológica del plantel Oriente con coordenadas 19.2301 °N99.0335 °W y una altitud de 2,241 msnm; para el caso de la estación del plantel Sur es de 19.1844 °N99.1156 °W con altitud de 2,351 msnm.

Objetivo

Tomando como referencia los patrones climáticos históricos que describe Ernesto Jáuregui (2000) sobre la CDMX, se realizó un análisis de los últimos 5 años empleando la base de datos del Programa de Estaciones Meteorológicas del Bachillerato Universitario (PEMBU), ubicadas en el Colegio de Ciencias y Humanidades planteles Oriente y Sur, para corroborar su consistencia; así como para evaluar los posibles contrastes por efectos de sitio (escala local) entre ambos.

Metodología

Los datos que dan soporte a esta investigación para la actualización de los patrones climáticos de la zona Oriente y Sur, se obtuvieron de la página oficial de PEMBU (2018) para el período 2014-2018, de las variables: temperatura, precipitación y dosis UV. La información comenzó a trabajarse con la construcción de una matriz general de datos, así como con la revisión, depuración y homologación como parte del control de calidad de los valores. El análisis estadístico consistió en obtener los promedios mensuales y anuales para ambos planteles, mismos que se graficaron para comparar las tendencias en ambos sitios de estudio. En el caso de precipitación y temperatura se construyeron climogramas que auxiliaron en la comparación con los datos históricos de referencia. Los patrones observados se analizaron y discutieron con base en los contrastes propuestos por Jáuregui (2000) y tomando en cuenta los reportes de la Organización Meteorológica Mundial (WMO, por sus siglas en inglés) (2019) sobre el comportamiento del clima global.

Resultados

Para la zona Oriente

La temperatura media promedio fue de 17.3 °C, abril fue el mes más caliente con 20 °C y el más frío enero con 14 °C. El año más caliente fue 2016 con una temperatura media promedio de 17.5 °C y el más frío 2014 con 17.1 °C (Tabla1).

La precipitación promedio anual registró 0.03 mm y el acumulado total anual fue de 482 mm, agosto fue el mes con mayor precipitación con 0.08 mm, enero, febrero y diciembre los más secos con 0.0 mm.

La dosis UV registró 0.25 w/m², siendo abril y mayo con 0.31 w/m² los meses con mayor dosis UV.

Para la zona Sur

La temperatura media promedio fue de 16.2 °C, mayo el mes más caliente con 18 °C y el enero el mes más frío con 13 °C. El año más caliente fue 2017 con una temperatura media promedio de 16.4 °C, y el más frío 2014 con 15.9 °C (Tabla1).

Tabla 1. Resumen del contraste de la temperatura para ambos sitios.

	CCH Oriente	CCH Sur	Jáuregui Oriente	Jáuregui Sur
Temperatura media anual.	17.3 °C	16.2 °C	17 °C	16 °C
Año con temperatura media más alta.	2016 17.5 °C	2017 16.4 °C	Sin dato	Sin dato
Año con temperatura media más baja.	2014 17.1 °C	2014 15.9 °C	Sin dato	Sin dato
Mes con temperatura media más baja.	Enero 14 °C	Enero 13 °C	Enero 14 °C	Enero 12 °C
Mes con temperatura media más alta.	Abril 20 °C	Mayo 18 °C	Mayo 20 °C	Mayo 18 °C

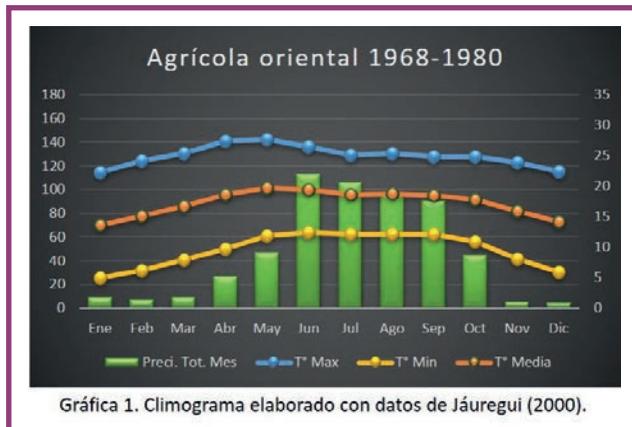
Nota. Elaboración propia con base en el estudio de Jáuregui (2000) y en el análisis de datos actuales PEMBU (2014-2018).

La precipitación promedio anual registró 0.04 mm y la acumulada total anual fue de 780 mm; los meses con mayor precipitación fueron julio y agosto con 0.11 mm, y los más secos, enero, febrero y diciembre con 0.0 mm.

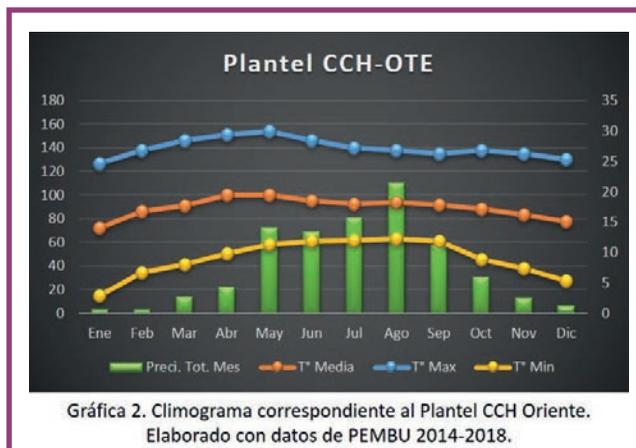
La dosis UV registró 0.27 w/m², siendo abril con 0.35 w/m² el mes con mayor dosis UV.

Análisis de resultados

Los resultados coinciden con lo propuesto por Jáuregui, en que la zona Oriente sigue presentando temperaturas más altas (17.3 °C) y menor precipitación (40 mm prom/acum/mes; 482 mm prom/acum/añal) (Gráficas 1 y 2) que la zona sur (temperatura promedio mensual de 16.2 °C y precipitación de 65 mm prom/acum/mes; 780mm, prom/acum/añal).

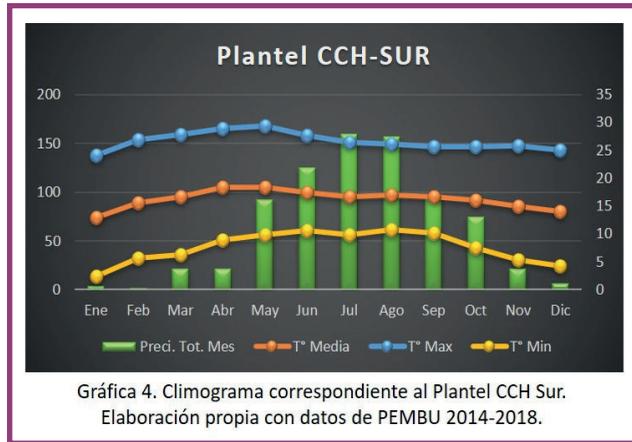
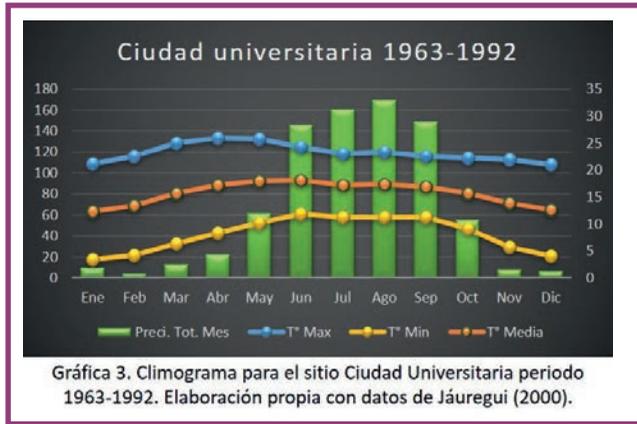


Gráfica 1. Climograma elaborado con datos de Jáuregui (2000).

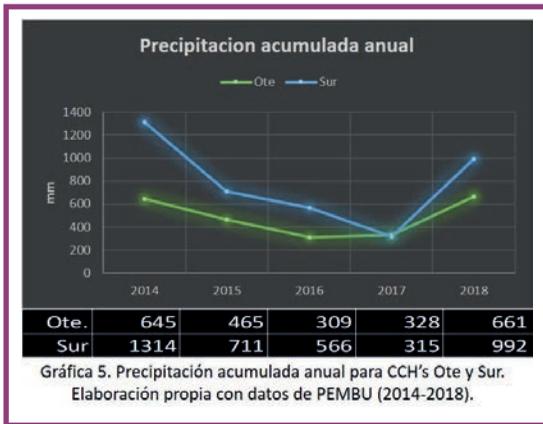


Gráfica 2. Climograma correspondiente al Plantel CCH Oriente. Elaborado con datos de PEMBU 2014-2018.

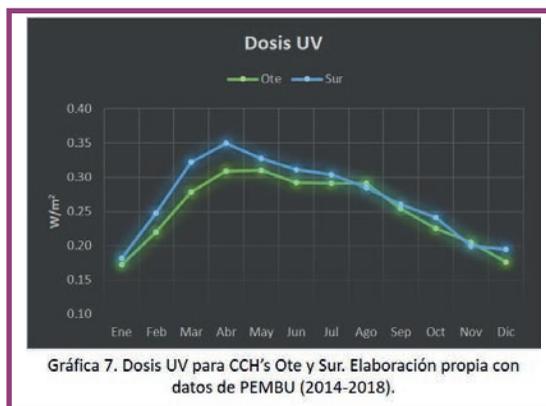
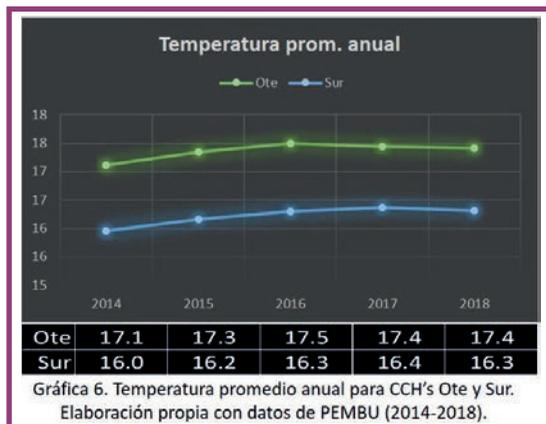
En las Gráficas 3 y 4 se muestra que la temporada de lluvias para ambas zonas se sigue presentando de mayo a octubre con lluvias muy escasas en invierno, siendo julio y agosto los meses con mayor precipitación para el periodo de estudio.



Basados en los registros históricos de Jauregui, se observa un decremento de la precipitación acumulada anual (Gráficas 2 y 4), particularmente en los años 2016 y 2017 (Gráfica 5). Por otra parte, el estudio destaca que, a pesar de ubicarse en la misma región geográfica, los efectos de sitios a escala local debidos a la variación espacial son más evidentes cuando se contrastan los datos recientes. El Sur presenta una precipitación promedio acumulada anual de 298 mm mayor que Oriente (Gráfica 5).



Oriente presenta una temperatura promedio anual de 1.1 °C por encima de Sur (Gráfica 6). Finalmente, el análisis muestra que las tendencias en ambas zonas son muy similares en la evolución anual de dosis uv (Ote.= 0.25 w/m², Sur= 0.27 w/m²), aunque el promedio anual es ligeramente mayor en el Sur (Gráfica 7).



Bibliografía

Conclusiones

Los resultados corroboran los contrastes climáticos descritos por Jáuregui entre la zona Oriente y la zona Sur de la CDMX, y concuerdan, a su vez, con los registros de la OMM que describen el comportamiento global del clima, mismos que indican una tendencia de la temperatura promedio a la alta y años recientes con baja precipitación (2015-2017). Los resultados más relevantes indican que abril y mayo fueron los meses más calurosos y con mayor dosis UV, mientras que julio y agosto los de mayor precipitación pluvial. En términos del uso de la información meteorológica local, se puede recomendar a los habitantes de estas zonas, minimizar la exposición solar y usar bloqueador durante los meses cálidos; así como instalar anticipadamente y dar mantenimiento a los sistemas de cosecha de lluvia. Finalmente consideramos que será muy oportuno limpiar las calles y la red de drenaje para minimizar las contingencias ocasionadas por el tráfico vial, durante el periodo de inundaciones ocasionadas por los intensos chubascos de julio y agosto, iniciando actividades preferentemente desde el mes de abril.

Agradecimientos

Las autoras agradecen al Programa de Estaciones Meteorológicas del Bachillerato Universitario por el libre acceso a los datos climatológicos utilizados en esta investigación, así como al personal académico del Centro de Ciencias de la Atmósfera por sus precisos comentarios sobre este trabajo durante el evento del Día Meteorológico Mundial 2019.

Jáuregui, E. O. (2000). *El clima de la ciudad de México*. México: UNAM-Plaza y Valdez.

Jáuregui, E. O. (2007). "La variabilidad climática en los registros instrumentales de México". México: INECC/Semarnat. Recuperado de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/437/jauregui.html>

Landa, R., Magaña, V. y Neri, C. (2008). "Agua y clima: elementos para la adaptación al cambio climático". México: Semarnat.

Magaña, V., Clemente, L. L. y Vázquez, G. (2013). "El pronóstico de lluvias intensas para la Ciudad de México". *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, núm. 16, pp. 18-25.

Materns, W. J. M., Slooff, R. y Jackson, E. K. (1998). "El cambio climático, la salud humana y el desarrollo sostenible". *Revista Panamericana de Salud Pública*, núm. 4(2) pp. 100-105.

Organización Meteorológica Mundial. (2019). "La OMM confirma que los últimos cuatro años han sido los más cálidos desde que se tienen registros". Recuperado de: <https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/la-omm-confirma-que-los-%C3%BAltimos-cuatro-a%C3%B1os-han-sido-los-m%C3%A1s-c%C3%A1lidos>

Programa de Estaciones Meteorológicas del Bachillerato Universitario. (2018). "Datos Históricos". Recuperado de: <https://www.ruoa.unam.mx/pembu/datoshistoricos.html>

Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel. "Biodiversidad de la REPSA". Recuperado de: <http://www.repsa.unam.mx/index.php/objetivos/caracteristicas/biodiversidad>

World Meteorological Organization. (2019). "The Global Climate in 2015-2019". 24 pp. Recuperado de: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=9936



Carlos Gilberto Aranda Bravo
CCH - Plantel Vallejo

Es doctor en Ciencias Químicas por la UNAM. Fue becario de la compañía Du Pont de Nemours, del Instituto Mexicano del Petróleo y del Conacyt. Desde hace once años es profesor en el cch, plantel Vallejo, donde ha realizado diversos proyectos de investigación. Fue asesor del Consejo Académico del bachillerato de la UNAM. Actualmente es Profesor de Carrera de Medio Tiempo Definitivo "A" a contrato y Profesor de Asignatura Definitivo "A" en las asignaturas de Química I a IV. Ha publicado dos artículos científicos en revistas internacionales, fue revisor de libros para el bachillerato general y ha participado en varios congresos nacionales e internacionales.

Mireya Monroy Carreño
CCH - Plantel Vallejo

Maestra en Ciencias en Ingeniería de Sistemas por el Instituto Politécnico Nacional. Profesora adscrita al plantel Vallejo impartiendo clases de Física I-IV. Ha participado en congresos y publicaciones de artículos referentes a la enseñanza de las ciencias, ha diseñado cursos y talleres de formación docente referentes al área de la enseñanza y el uso de las TIC.

Colaboradores de este número

Aldo Nicolás Arenas García
CCH - Plantel Vallejo

Es Físico matemático por el IPN y maestro en Educación por competencias. Se ha desempeñado como profesor de Matemáticas y Física en el nivel medio superior en el CCH, plantel oriente, desde el 2013. Ha tomado diversos cursos para el desarrollo de la docencia, así como diversos diplomados en la UNAM y ha participado en congresos de física organizadas por el CCH. Actualmente cursa el doctorado en Educación en la Universidad de San Luis Potosí.

Sandra Guzmán Aguirre
CCH - Plantel Sur

Es Química de alimentos por la Facultad de Química de la UNAM. Es maestra y doctora en Ciencias químicas, también por la UNAM. Desde hace catorce años se dedica a la docencia. Ha impartido conferencias y charlas de divulgación y elaboración de material didáctico para profesores y alumnos. En 2016 obtuvo el nombramiento de Profesor de Carrera Asociado "C" TC a contrato por el Subprograma de Incorporación de Jóvenes Académicos (SIJA).

M en E. Maritza López Recillas
CCH - Plantel Naucalpan

Es Ingeniera química por la Facultad de Química de la UNAM, realizó una estancia de actualización el extranjero en el Programa PAAS IV en Calgary, Canadá, es maestra en Educación en Ciencias. Actualmente es colaboradora en el Centro de actualización docente de la Facultad de Química y profesora de carrera Titular C definitiva en el CCH, plantel Naucalpan en Química I a IV.



Carolina Sánchez Aranda
CCH - Plantel Sur

Es Químico farmacéutico biólogo por la UAM y maestra y doctora por la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN. Participa en el grupo de trabajo de Biología molecular del CCH, plantel Sur asesorando proyectos de investigación de jóvenes de bachillerato

Cecilia Espinosa Muñoz.
CCH - Plantel Oriente

Química Farmacéutica Bióloga con maestría en Educación. Cuenta con una antigüedad docente de 10 años en el plantel Oriente, en las materias de Química I-IV; ha cursado cinco diplomados y más de cuarenta cursos de formación; ha impartido cursos de actualización docente; asesora de alumnos para participar en la Olimpiada del Conocimiento y grupos de trabajo de alumnos en Siladin.

Colaboradores de este número

Pilar Rodríguez Arcos
CCH - Plantel Oriente

Es Química de alimentos por la Facultad de Química de la UNAM, maestra en Educación. Acreditó varios diplomados en áreas como educación, psicología de la adolescencia y escritura de textos, así como más de cincuenta cursos en el área de docencia, inglés y actualización en la disciplina. Es profesora de Química I a IV en el plantel Oriente, con una antigüedad de ocho años.

César Herrera Hernández
CCH - Plantel Oriente

Es Químico farmacéutico biólogo y maestro en Docencia para la Educación Media Superior en Química. Ha cursado diplomados y cursos de formación e impartido cursos de actualización docente. En el plantel Oriente imparte las materias de Química I a IV, con una antigüedad de doce años. Es coautor de artículos y libros relacionados con investigación educativa y es cotutor de tesis.

Emilian Yosire Martínez Nava
CCH - Plantel Oriente

Es estudiante del quinto semestre en el CCH, plantel Oriente. Obtuvo el primer lugar en el congreso PEMBU 2019 con un cartel sobre la presente investigación. Ha participado en foros académicos como Estancia en la Estación Científica "La Malinche", Taller de Ciencia para Jóvenes del Centro de Geociencias, Juriquilla-Querétaro y las Jornadas Chicas y Ciencia en el INAOE, Puebla. Ha colaborado en cuatro ediciones de la Fiesta de las Ciencias y las Humanidades en el campus UNAM-Morelia. En 2018 fue galardonada con una mención honorífica de la presea Bernardo Quintana Arrijo.

Políticas del Consejo Editorial de la *Revista Consciencia del Siladin*. Sistema de Laboratorios de Desarrollo e Innovación, del Colegio de Ciencias y Humanidades



1. La **Revista Consciencia del Siladin** es una publicación plural e interdisciplinaria, que pertenece al Colegio de Ciencias y Humanidades. El objetivo es divulgar los avances y resultados de las investigaciones de laboratorio o de campo, así como experiencias didácticas en las ciencias experimentales. El público al que se dirige esta revista comprende principalmente a los profesores y alumnos del bachillerato universitario, además de aquellos interesados en conocer los estudios de iniciación a las ciencias experimentales, a nivel bachillerato.
2. Las colaboraciones pueden ser:
 - Investigaciones experimentales y/o de campo. Artículos académicos que muestren los avances o resultados de investigaciones inéditas.
 - Experiencias didácticas. Artículos académicos que muestren los resultados significativos de experiencias didácticas aplicadas a los aprendizajes de las Ciencias Experimentales.
3. Las colaboraciones deberán tener una redacción clara, rigor metodológico y calidad académica.
4. Los artículos deberán incluir la siguiente información:
 - Nombre del autor o autores (sin abreviaturas).
 - Correo electrónico del autor principal.
 - Institución en la que colabora cada uno.
 - Semblanza curricular breve de cada uno o del autor principal (no más de 5 líneas).
5. Las colaboraciones deberán ser inéditas, no estar sometida a dictamen de manera simultánea en otros medios; por lo que, en caso de aprobarse el texto para su publicación, el autor cederá automáticamente los derechos patrimoniales sobre su trabajo y autorizará de esta manera su difusión impresa y electrónica.
6. La publicación del artículo dependerá de los dictámenes confidenciales realizados por especialistas (pares académicos) y se dará a conocer el resultado a los autores en un plazo no mayor a seis meses.
- 7.- Para mayor información sobre los lineamientos acerca de la redacción del Artículo y entrega de artículos para publicar en la revista Consciencia del SILADIN del CCH, será con directora de la revista Biol. Guadalupe Mendiola Ruíz, gmendiolar@yahoo.com.mx y con el representante del Consejo Editorial de la Revista de cada Plantel:
 - Azcapotzalco:** Ing. José Rafael Cuellar Lara, rafael.cuellar@cch.unam.mx
 - Naucalpan:** Q.B.P. Taurino Marroquín Cristóbal, taurino.mac@gmail.com
 - Vallejo:** Mtra. Rosa Eugenia Zarate Villanueva, rosaeeugenia.zarate@cch.unam.mx
 - Oriente:** Biol. Hugo Jesús Olvera García, hugo_01@cch.unam.mx
 - Oriente:** Mtra. Ana Lilia Cabrera Ayala, analilia.cabreraavila8@gmail.com
 - Sur:** Biol. Manuel Becerril González, manuel.becerril@cch.unam.mx

El artículo deberá tener rigor metodológico, calidad académica, con una redacción clara. Una extensión de entre 6 y 8 cuartillas, incluidas imágenes, cuadros o gráficas, escritas en fuente Arial 12, a espacio sencillo.

Lineamientos para el envío de colaboraciones a la *Revista Consciencia del Siladin*

Título

Corto e informativo, expresado en un máximo de 15 palabras, que describan el contenido del artículo en forma clara y concisa.

Introducción

Contendrá los antecedentes principales. Deberá explicar los objetivos y el problema de la investigación.

Metodología

Deberá presentarse de manera sencilla, clara y precisa, describirá los procedimientos para que puedan ser reproducidos por otros investigadores. Dará referencia y explicará brevemente los métodos nuevos o modificados manifestando las razones por las cuales se usaron.

Resultados

Deberán limitarse a los datos obtenidos y presentarse en una secuencia lógica, de forma clara los datos o resultados del estudio realizado.

Análisis de resultados o discusión

Es la interpretación de los resultados, relaciona las observaciones con otros estudios, sus limitaciones y las implicaciones.

Conclusiones

Exponer en forma clara, concisa y lógica el aporte que el autor hace, respondiendo a los objetivos de la investigación planteada en la introducción.

Agradecimientos

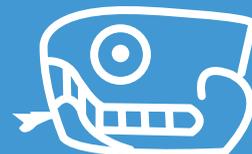
Opcional. Sólo los estrictamente necesarios.

Bibliografía

Presentar, en orden alfabético, las fuentes utilizadas para la redacción del artículo, independientemente de su soporte (bibliografía, hemerografía o ciberografía). Utilizar el formato APA.

Figuras

Podrá incluir, a lo largo del texto y de manera organizada, las fotografías, esquemas, gráficos, diagramas o tablas. Se deberán enviar en archivo aparte con numeración consecutiva en formato TIFF o JPG a 300 DPI de resolución; no se admiten imágenes de internet que no tengan permisos de reproducción y estén en baja resolución.



Comité Editorial

Biol. Guadalupe Mendiola Ruíz

Directora

Dr. Benjamín Barajas Sánchez

Director General del CCH

Q.B.P. Taurino Marroquín Cristóbal

Plantel Naucalpan

Fis. José Rafael Cuellar Lara

Plantel Azcapotzalco

Mtra. Rosa Eugenia Zárate Villanueva

Plantel Vallejo

Biol. Hugo Jesús Olvera garcía

Plantel Oriente

Mtra. Ana Lilia Cabrera Ávila

Plantel Oriente

Biol. Manuel Becerril González

Plantel Sur

Consejo editorial

Biol. Angélica Galnares Campos

Editora

Mtra. Adriana Romero-Nieto

Coordinadora editorial y correctora

Lic. Ma. Mercedes Olvera Pacheco

Diseñadora gráfica y editorial

Lic. Héctor Baca Espinoza

Asesor

DIRECTORES DE PLANTELES

Dr. Javier Consuelo Hernández

Azcapotzalco

Mtro. Keshava Rolando Quintanar Cano

Naucalpan

Lic. Maricela González Delgado

Vallejo

Lic. Víctor Efraín Peralta Terrazas

Oriente

Mtro. Luis Aguilar Almazán

Sur



CONSCIENCIA Revista del Siladín del CCH. Proyecto Infocab:PB201019

