

# CONSCIENCIA

REVISTA DEL SILADIN DEL CCH



Revista Semestral  
Año 1, Número 1  
Agosto de 2019

## LA FLOR DE CEMPASUCHIL DE LA OFRENDA A TUS MANOS

**La relación entre la potencia eléctrica de una bombilla y el consumo de energía**

Érick Gustavo Villagran Peñaflo, Beatriz Mónica Pérez Ibarra, Alfredo César Herrera Hernández, Cecilia Espinosa Muñoz, Ricardo Arturo Trejo de Hita, Severo Francisco Javier Trejo Benítez, Irma Sofía Salinas Hernández, Cecilia Garduño Ambriz, Miguel Serrano Vizuet, Mireya Monroy Carreño, Manuel Velasco Juan, Alma Mireya Arrieta Castañeda, Javier Ramos Salamanca.



**Dr. Enrique Graue Wiechers**  
Rector

**Dr. Leonardo Lomelí Vanegas**  
Secretario General

**Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez**  
Secretario Administrativo

**Dr. Alberto Ken Oyama Nakagawa**  
Secretario de Desarrollo Institucional

**Lic. Raúl Arcenio Aguilar Tamayo**  
Secretario de Prevención, Atención y Seguridad Universitaria

**Dra. Mónica González Contró**  
Abogada General

**Mtro. Nestor Enrique Martínez Cristo**  
Director General de Comunicación Social



**Dr. Benjamín Barajas Sánchez**  
Director General

**Mtro. Ernesto García Palacios**  
Secretario General

**Lic. Rocío Carrillo Camargo**  
Secretaria Administrativa

**Mtra. Ma. Elena Juárez Sánchez**  
Secretaria Académica

**Biól. Guadalupe Mendiola Ruiz**  
Secretaria de Servicios de Apoyo al Aprendizaje

Secretaria de Planeación

**Lic. Mayra Monsalvo Carmona**  
Secretaria Estudiantil

**Lic. Isabel Díaz del Castillo Prado**  
Secretaria de Programas Institucionales

**Lic. Héctor Baca Espinoza**  
Secretario de Comunicación Institucional

**Ing. Armando Rodríguez Arguijo**  
Secretario de Informática

#### DIRECTORES DE PLANTELES

**Dr. Javier Consuelo Hernández**  
Azcapotcalco

**Mtro. Keshava Quintanar Cano**  
Naucalpan

**Lic. Maricela González Delgado**  
Vallejo

**Lic. Víctor Efraín Peralta Terrazas**  
Oriente

**Mtro. Luis Aguilar Almazán**  
Sur

## PRESENTACIÓN

*Dr. Benjamín Barajas Sánchez*.....3

## BIOLOGÍA

Biocódigo de barras de la vida realizada  
para alumnos del CCH

*Érick Gustavo Villagran Peñaflor*

*Plantel Azcapotzalco*.....4

Método de extracción del DNA sencillo y costeable  
de la piña y el chícharo

*Beatriz Mónica Pérez Ibarra*

*Plantel Sur*.....18

La flor de cempasúchil: de la ofrenda a tus manos

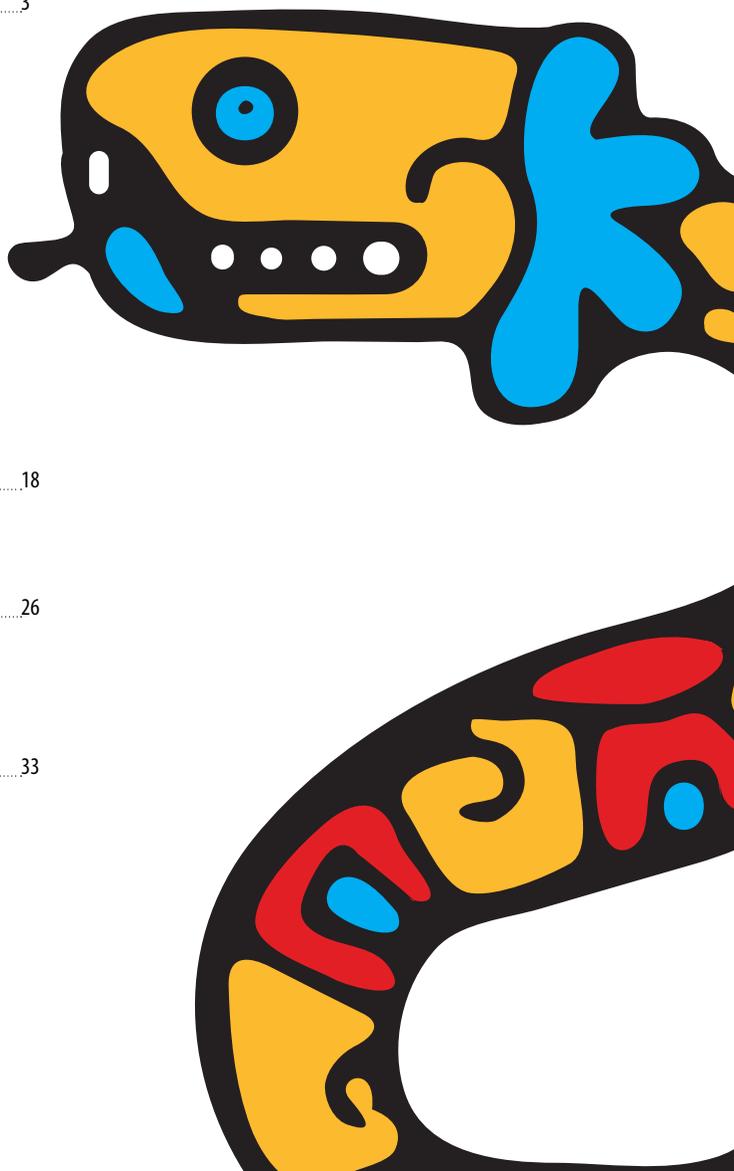
*Alfredo César Herrera Hernández y Cecilia Espinosa Muñoz*

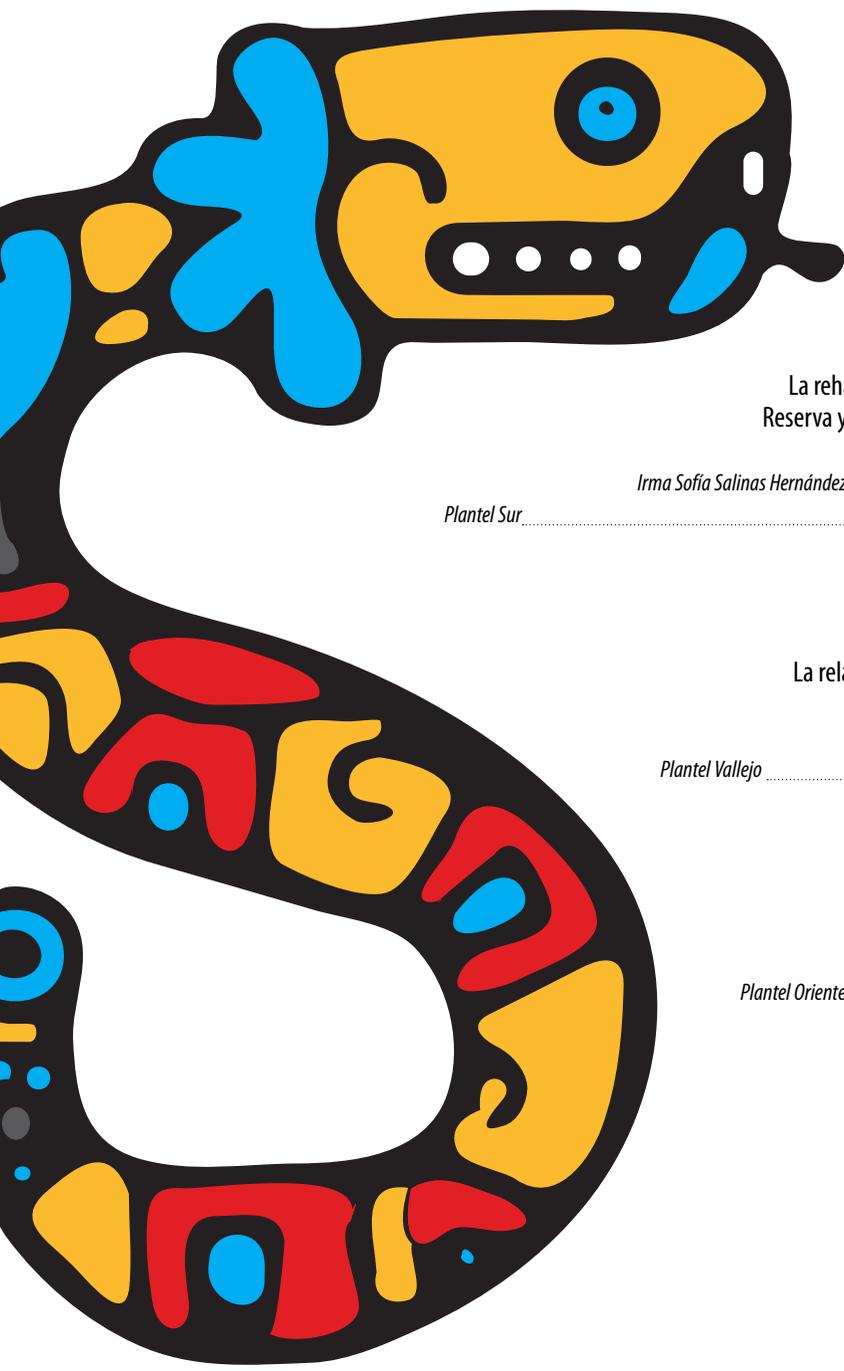
*Plantel Oriente*.....26

Efecto de diferentes sustratos azucarados  
en la fermentación con tópicos. Estrategia didáctica

*Ricardo Arturo Trejo de Hita*

*Plantel Sur*.....33





La rehabilitación de la vegetación del área de  
Reserva y sendero ecológico del CCH Plantel Sur.  
Una experiencia ecológica educativa

*Irma Sofía Salinas Hernández, Cecilia Garduño Ambriz y Miguel Serrano Vizuet*

*Plantel Sur* ..... 43

## FÍSICA

La relación entre la potencia eléctrica de una  
bombilla y el consumo de energía

*Mireya Monroy Carreño*

*Plantel Vallejo* ..... 57

Estudio de rebotes de una pelota.  
Experiencia didáctica extracurricular  
utilizando metodología científica

*Manuel Velasco Juan, Alma Mireya Arrieta*

*Castañeda y Javier Ramos Salamanca*

*Plantel Oriente* ..... 65

## Presentación

Uno de los objetivos primordiales del Colegio de Ciencias y Humanidades es promover la participación de los alumnos en los programas que impulsan el inicio a la investigación.

Estos programas es el Sistema de Laboratorios para el Desarrollo y la Innovación (Siladin), en donde los profesores ayudan a los estudiantes del Colegio a elaborar sus primeros proyectos de investigación científica. El involucrarse en este tipo de actividades extraescolares les permite a los alumnos el fortalecimiento de su desarrollo personal que es uno de los propósitos de este bachillerato universitario.

Para difundir todos y cada uno de los trabajos desarrollados en estas acciones que apoyan al aprendizaje, está la revista Consciencia, un espacio que servirá de repositorio y bitácora que resguardará artículos en torno a los trabajos que la comunidad del Colegio desarrollará a lo largo del tiempo, durante su formación en la investigación y difusión de las ciencias, como la extracción del ADN, o a través de la secuencia corta del ADN identificar a una especie o como el estudio de la flor de cempasúchil como coadyuvante de un gel anti bacterial, además de la fermentación de tibicos y la rehabilitación vegetal del sendero ecológico del CCH plantel Sur.

Es motivo de orgullo para el Colegio la revista Consciencia, la cuál será la memoria de los proyectos forjados al calor de la innovación y el conocimiento que propicia el CCH a través del SILADIN, memoria que contribuirá a fortalecer los vínculos no sólo entre alumnos y profesores, sino entre éstos y las escuelas y facultades orientadas a la vocación científica y humanística: misión preponderante de la Universidad.

Dr. Benjamín Barajas Sánchez



**BIOLOGÍA**



# **Biocódigo de barras de la vida**

**realizada por alumnos de CCH Azcapotzalco**

***Autores***

**Erik Gustavo Villagrán Peñaflo  
*biol.egvp@gmail.com***

**Juan Castro Dorantes  
Plantel Azcapotzalco**

## Resumen

Los Biocódigos de Barras de la vida, son secuencias cortas de DNA que permiten identificar una especie. En este proyecto de ciencia ciudadana, involucramos a estudiantes del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), para identificar a través de su Biocódigo de Barras a *Leptophobia aripa* una mariposa presente en el Parque Tezozómoc de la Ciudad de México, cuyo nombre común, es mariposa blanca de la col, aunque no es la única especie a la que se le denomina así.

El proyecto se llevó a cabo en tres fases: 1) la fase de colecta y determinación, en donde se colectaron 15 ejemplares de mariposas (lepidópteros), y se determinó que 11 de ellos pertenecían a *Leptophobia aripa*. 2) la fase de laboratorio, donde se obtuvo DNA de 10 ejemplares seleccionados y se amplificó un fragmento del gen COI en cada muestra, y 3) la fase de análisis bioinformático, en la cual, con la secuencia del gen COI de cada organismo colectado y de otras especies del GenBank se construyó un árbol filogenético, en el servidor web DNASubway. Esta experiencia dotó a los estudiantes participantes de habilidades técnicas especializadas (taxonómicas y de biología molecular) y abrió un espacio de desarrollo y convivencia que enriqueció su formación.

 **Palabras Clave:** Taxonomía, ecología, biología molecular, ciencia ciudadana, Biocódigo de Barras.

## Introducción

Las actividades de laboratorio y campo en el bachillerato del Colegio de Ciencias y Humanidades son cada vez más escasas

en términos generales. Las causas y motivos podrían ser diversos y multifactoriales, pero la relevancia de realizar este tipo de actividades en la formación de jóvenes con una predilección por las ciencias es de vital importancia (Secretaría de Apoyo al Aprendizaje, s/f).

En la enseñanza de las ciencias por medio de la realización de proyectos, se pretende capacitar a los alumnos en el entendimiento de los procesos biológicos, donde el alumno pase de ser un espectador a participante activo en la construcción de su conocimiento, siendo capaces de aprender en forma autónoma, centrando el trabajo de laboratorio y campo, en el aprendizaje de procedimientos y actitudes que le permitan entender, modificar y actualizar su entorno para su mejor desenvolvimiento en la sociedad (Colegio de Ciencias y Humanidades, s/f).

En un país con la diversidad cultural y científica como el nuestro, la generación y recabado de información es necesaria y fundamental, ya que existen enormes lagunas de datos sobre un gran número de grupos biológicos, su taxonomía, distribución geográfica, ciclo biológico y de su diversidad genética. De ahí el interés de realizar proyectos que integren diferentes elementos de grupos biológicos que en la mayoría de los casos resultan inexistentes y ampliamente biodiversos (ejemplo, los invertebrados) (Martínez-Meyer, Sosa-Escalante, & Álvarez, 2014). La meta más importante de trabajo realizado con los jóvenes es la de formar “ciudadanos científicos”, es decir, personas que estén aportando al conocimiento en cualquier campo de las ciencias.

La ciencia ciudadana es uno de los grandes esfuerzos realizados por instituciones especializadas en el tema como la Comisión

# Aprendizaje basado en proyectos

## Fases del proyecto



Figura 1. Ilustra las fases en que se desarrolló el proyecto. En la fase de colecta y determinación se ilustran: Colecta: Alumnos integrantes del proyecto colectando mariposas en el parque Tezozómoc. Montaje: Montaje de los insectos colectados en restiradores construidos por los alumnos. Guías ilustradas: Portadas de las guías ilustradas, "Butterflies de México and Central America" y "Field Guide to Butterflies of North America". En la fase de trabajo experimental se ilustra: Extracción de PCR y DNA: Alumnos trabajando en el laboratorio de biología molecular. Producto del PCR en gel analítico: Electroforesis en gel de la amplificación del gen COI por PCR, MPM corresponde al marcador de peso molecular, L23-30 corresponden a las muestras de los ejemplares analizados, las flechas rojas indican las bandas que corresponden al fragmento de DNA amplificado. En la fase de análisis bioinformático se muestran: servidores, algoritmos y software utilizados: software Geneious, servidor BLAST, algoritmo MUSCLE, algoritmo Tree, Método de construcción de árboles Neighbour Joining. Autoría propia: Villagrán-Peñaflor 2018.

Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) que han planteado el uso de los teléfonos inteligentes, que han hecho posible la generación de una de las bases de datos más importantes sobre la biodiversidad del país, donde a través de la participación de la sociedad civil, se ge-

nera la información sobre las especies presentes en sus localidades (Berlanga, Rodríguez, & Gómez de Silva, 2008).

La adquisición de información, su representación espacial y el manejo de los datos con valor científico, una vez que se ordenan y se analizan, pueden lograr en

la sociedad una cultura de aprecio por la naturaleza en general, sin perder de vista que en la mayoría de los jóvenes que viven en las grandes urbes ha surgido un notorio desapego por el ambiente y las formas de interaccionar con esta. Dicha apatía o rechazo puede llegar a tener un costo muy grande en cuanto a los servicios ambientales que provee la biodiversidad a la sobrevivencia humana (*"iNaturalist.org web application"*, s/f).

En la actualidad, nos encontramos inmersos en una crisis de biodiversidad (Villaseñor, 2015), siendo una de las causas el desconocimiento de la mayoría de las especies que existen en una región, resaltando que el ser humano y sus prácticas es la principal causa de su extinción. Esto nos hace responsables de las consecuencias presentes y futuras de este fenómeno. Aun en este panorama, las ciudades, que son el ambiente más perturbado por el ser humano, son el hábitat de una gran diversidad de especies e, incluso, albergan organismos de los cuales aún se desconoce su información taxonómica, ecológica, geográfica y genética.

En la Ciudad de México es posible observar numerosos invertebrados, de los cuales destacaremos a las mariposas (lepidópteros), que constituyen parte de diversas cadenas alimenticias (cadenas tróficas) (Brock & Kaufman, 2006). La determinación taxonómica que se basa en el uso de caracteres morfológicos resulta hasta cierto punto subjetiva y en ocasiones es requerido un entrenamiento previo en la determinación de especies crípticas. Así que en la determinación de la diversidad biológica de una región el primer paso primordial es el conocimiento a detalle de los organismos y el ecosistema a estudiar (Conabio & Sedema, 2016).

Para solventar el problema de la subjetividad de la determinación por formas, colores y actitudes de los organismos, se han utilizado diversas herramientas genómicas para tener mayores certezas sobre su identidad e individualidad taxonómica y evolutiva de entre los organismos analizados. La alternativa elegida para abordar esta situación es a través de la implementación de Biocódigos de Barras de la vida por medio del análisis del DNA mitocondrial (DNAmít). Se le ha llamado, biocódigo de barras a una secuencia corta de DNAmít en nuestro caso utilizando el gen de la Citocromo Oxidasa I (COI), que puede ser usada para vincular genéticamente a los organismos. El uso práctico de estas secuencias como identificadores implicaría que hasta cierto punto no se requiriese a un taxónomo especialista en el grupo de interés, solo se requeriría el procesamiento de una muestra de alrededor de 0.1 g de tejido para obtener la secuencia de DNA del fragmento establecido como biocódigo.

El abaratamiento de los servicios de secuenciación hace de los biocódigos de barras de DNA una estrategia viable para la identificación masiva de las especies de una región, sin embargo, la determinación de la secuencia que se usará como biocódigo, requiere del trabajo conjunto de la taxonomía basada en caracteres morfológicos, la filogenia, la biología molecular y la ecología. Además, es necesario considerar el papel que tiene la distribución geográfica de los organismos en la determinación de las especies, dado el papel histórico, biogeográfico y evolutivo de las poblaciones de organismos. Para identificar mariposas se usó una región de 648 pares de bases del gen mitocondrial de la COI, el cual es eficaz para la focalización

de diversos grupos de animales incluyendo a las mariposas, aves, peces y moscas entre otros.

En este contexto, se llevó a cabo el proyecto “Determinación taxonómica de la mariposa blanca de la col *Pieris sp.* del parque Tezozomoc de la CDMX, usando el gen COI”. Este proyecto se propuso identificar las especies de mariposas blancas de la col del parque Tezozómoc de la Ciudad de México y explorar sus relaciones filogenéticas usando criterios morfológicos y moleculares.

## Método

El método implementado con los alumnos de bachillerato se planteó con la finalidad de que pudiera desarrollarse durante un año escolar y aplicarlo de forma estándar en posteriores trabajos, esto con la finalidad de poder contar con un protocolo de trabajo que pueda ser replicado tanto con otros jóvenes como con algún otro proyecto a realizar. La estandarización en cuanto a la colecta de datos y procesamientos posteriores de los mismos, contempla la formación de una Base de Datos Biológica del CCH (BDB-CCH), la cual no sólo consi-

dere los registros propios colectados, sino, además, poder fortalecer la BDB-CCH con datos de otros profesores – proyectos realizados no sólo en el plantel Azcapotzalco.

Este proyecto se llevó a cabo en tres fases; una fase de colecta y determinación, una segunda trabajo experimental en el laboratorio y finalmente de análisis bioinformático (Imagen 1). Durante *la fase de campo* se colectaron ejemplares de mariposas blancas de la col, las cuales fueron montadas e identificadas taxonómicamente a través de guías basadas en caracteres morfológicos. Durante *la fase de laboratorio* se obtuvo DNAmít de ejemplares seleccionados, se amplificó la muestra de DNA mediante la técnica de la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR por sus siglas en inglés, *polymerase chain reaction*), que corresponde a un fragmento del gen del COI; estas muestras se sometieron a un secuenciamiento de sus componentes moleculares. Durante *la fase bioinformática* se analizaron las secuencias del gen COI de los ejemplares seleccionados, con la finalidad de identificar las relaciones taxonómicas de la mariposa blanca de la col. A continuación, se procede a detallar cada una de estas fases.



Figura 2. a) Alumnos colectando con red entomológica en el Parque Tezozómoc; b) Los insectos se transfirieron de forma inmediata a la cámara letal; c) Los insectos se almacenaron en frascos.

## Fase de colecta y determinación

Los alumnos procedieron a la búsqueda y colecta de ejemplares en el Parque Tezozómoc de la ciudad de México (CDMX) y emplearon técnicas de colecta directa de insectos (Imagen 2a). En general, las técnicas para coleccionar insectos son variadas debido a los diversos hábitos de vida que éstos presentan; en general se pueden dividir en técnicas de colecta directa (activas) y técnicas de colecta indirecta (pasivas).

Para su colecta se empleó una red entomológica aérea para la colecta al vuelo de las mariposas o durante su reposo sobre plantas y otras superficies.

Una vez colectado el ejemplar, se procede al sacrificio y almacenaje del organismo. En su caso, las mariposas poseen alas delicadas y de tipo escamoso, por lo que se empleó una cámara letal de acetato de etilo para sacrificarlas (Imagen 2.b), luego se almacenó a los ejemplares en frascos con los datos correspondientes (Imagen 2.c). Un método alternativo empleado fue el de conservación en frío, que tiene por ventaja no requerir químicos y por lo tanto preserva intacto el DNA, en este caso, las mariposas se almacenaron en un sobre de papel *glassine*, etiquetándose con los datos de colecta y número de ejemplar.

Con los ejemplares resguardados, se llevó a cabo la identificación taxonómica,

lo que necesitó en algunos casos el montaje de los mismos con el fin de exponer las estructuras que fueron usadas en la caracterización taxonómica (Imagen 3). El montaje se llevó a cabo sobre un restirador entomológico, el cual, requiere que las alas de las mariposas se ubiquen de forma extendida y simétrica. Tras una semana, los ejemplares montados fueron trasladados a cajas entomológicas donde se les colocó su etiqueta de datos (Imagen 4). La determinación taxonómica se procedió a realizar a través de guías gráficas (Brock & Kaufman, 2006; Glassberg, 2018; Zúñiga-Reinoso & Mardones, 2014).

Con los datos de colecta y la determinación taxonómica realizadas se procedió a generar la base de datos interactiva (BDB-CCH) en Google Earth, que asocia al ejemplar con su identificación taxonómica y su georreferencia, permitiendo generar un mapa de ubicación de los ejemplares colectados. De los organismos colectados en el Parque Tezozómoc se seleccionaron diez ejemplares de *Leptophobia aripa* (*L. aripa*) a fin de continuar el proceso con la fase de laboratorio.

## Fase de laboratorio

Esta fase se llevó a cabo en el contexto del evento “Biocódigos de Barras de la Ciudad de México”. Durante esta fase se purificó

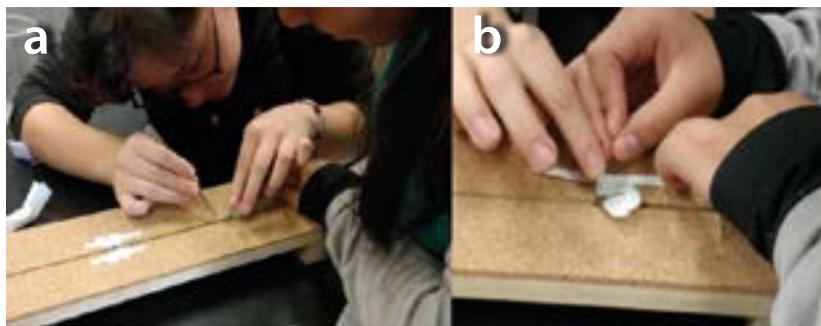


Figura 3. a) y b) Montaje de los insectos colectados. Se montan en un restirador, con ayuda de pinzas, alfileres entomológicos y tiras de papel *glassine*.



Figura 4. Ejemplares de *Lectophobia aripa* en la colección entomológica generada por los alumnos. Autoría propia: Villagrán Peñaflores 2018.

DNA a partir del abdomen de los ejemplares de *L. aripa* seleccionados y luego se llevó a cabo la amplificación del gen COI. El primer paso fue obtener 0.1g de tejido para lo cual se seccionó el abdomen de los ejemplares de interés y, a continuación, se realizó la purificación de DNA (Zou *et al.*, 2017). A partir del DNA obtenido, se amplificó mediante PCR el fragmento de 648 pb del gen COI usado como biocódigo de barras, usando oligonucleótidos específicos (Lunt, Zhang, Szymura, & Hewitt, 1996) (Imagen 5). El producto de amplificación se mandó al servicio de secuenciación del INMEGEN.

### Fase de análisis bioinformático

El servicio de secuenciación del INMEGEN, proporcionó los electroferogramas de los 10 ejemplares procesados. Estas secuencias

se analizaron mediante el servidor DNASubway (Cyverse.org) (Hilgert, Khalfan, Williams, & Micklos, 2014). Este servidor reúne diversas herramientas bioinformáticas para hacer accesibles diferentes tareas, en este caso, se buscó determinar las relaciones filogenéticas de las secuencias dadas. Fue necesario generar un proyecto en

este servidor y cargar las secuencias obtenidas de los diez ejemplares analizados.

El primer paso fue ensamblar las secuencias obtenidas (se recibieron dos secuencias por muestra correspondientes a las dos cadenas del DNA) y verificar su calidad. Únicamente ocho secuencias tuvieron la calidad suficiente para continuar con el análisis. El siguiente paso fue agregar secuencias del GenBank (NCBI) (Agarwala *et al.*, 2016) al análisis, para lo cual el DNASubway nos permitió llevar a cabo un análisis tipo BLAST; a partir de este, se seleccionaron secuencias pertinentes a especies emparentadas: *Drosophila sp.*, miembro de la misma clase (Insecta); *Papilio sp.*, miembro del mismo orden (Lepidoptera); *Pieris sp.*, miembro de la misma familia (Pieridae); y una se-

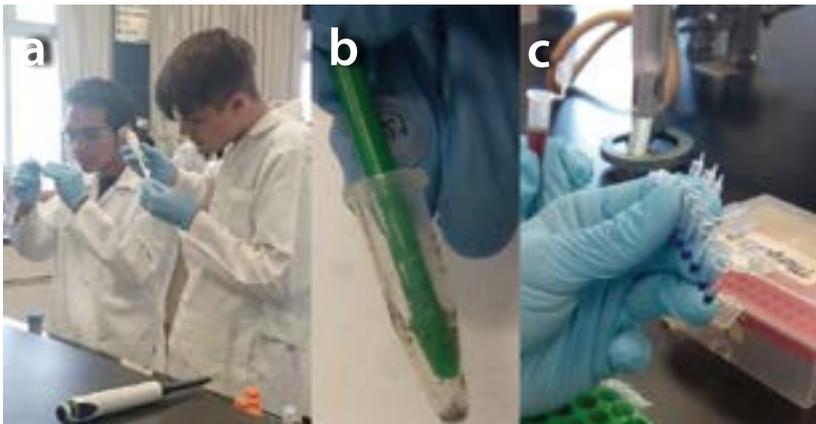


Figura 5. a) Colecta del tejido de mariposa para la extracción de DNA; b) Procesamiento de la muestra para la obtención de DNA; c) Preparación de la reacción de PCR.

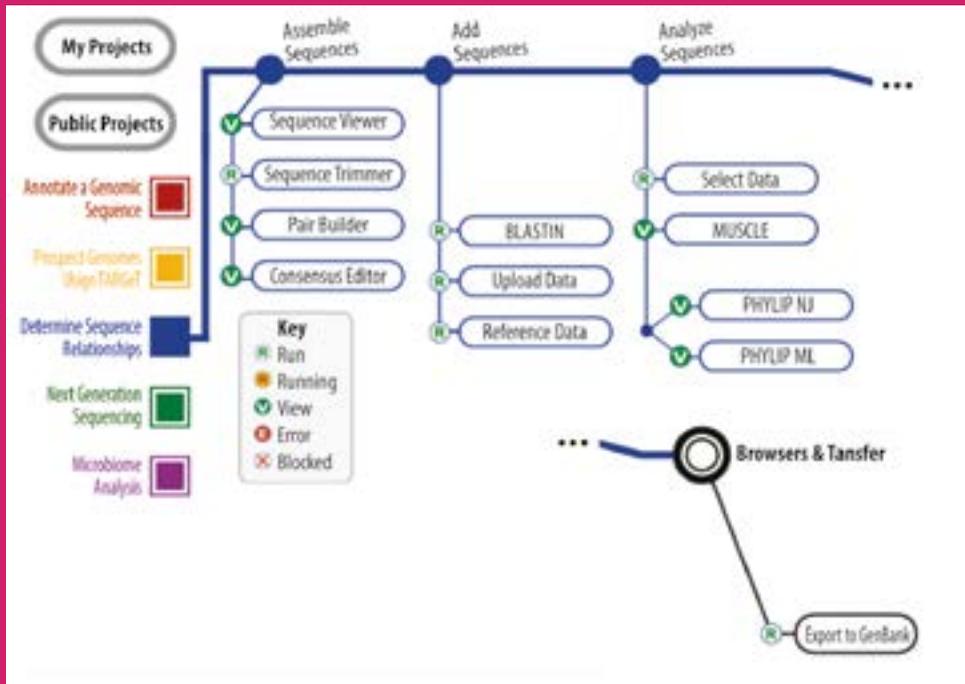


Figura 6. Algoritmo de procesamiento de datos de DNASubway. Muestra la opción de procesamiento de datos que se seleccionó: Determine Sequence Relationships. En la primera “estación” DNASubway se depuraron las secuencias sentido y ante sentido (obtenidas por secuenciación bidireccional) y construir un consenso. En la segunda “estación” se agregaron secuencias de referencia cargándolas desde un archivo u obtener secuencias relacionadas mediante análisis tipo BLAST. En la tercer “parada” se alinean el conjunto de secuencias a analizar tanto experimentales como de referencia, mediante el algoritmo MUSCLE y se generó un árbol filogenético por el método de Neighbour Joining. Imagen modificada de Hilgert, Khalfan, Williams, & Micklos, 2014.

cuencia de GeneBank del mismo género *Leptophobia sp.* Se corroboraron estos registros en la base de datos BOLD Systems (Ratnasingham & Hebert, 2007) ya que no solo integra datos genéticos y taxonómicos, sino también la ubicación geográfica de los ejemplares.

Con esta base de datos conformada por las ocho secuencias de ejemplares colectados y cuatro secuencias del GeneBank de ejemplares relacionados, se llevó a cabo el alineamiento con el algoritmo

MUSCLE (Hilgert *et al.*, 2014), y luego se generó un árbol filogenético por el método de NJ dentro del pipeline del servidor DNASubway (Imagen 6).

## Resultados

De la colecta se obtuvieron 15 ejemplares de mariposa blanca de la col. Tras montarse y examinarse, se determinó que 11 ejemplares pertenecían a *Leptophobia ari-pa* y cuatro ejemplares pertenecían a *Pie-*

*ris rapae*. Estos ejemplares pertenecen a una colección de lepidópteros mayor con la cual se generó un mapa que muestra la localización geográfica de los ejemplares colectados y sus datos asociados (Imagen 7). Los diez ejemplares seleccionados para el análisis genético se preservaron sin el abdomen. De los diez ejemplares seleccionados se generaron muestras por duplicado. Se obtuvo DNA de diez ejemplares de *L. aripa* seleccionados y se corroboró una reacción positiva de PCR para el gen COI, en 16 reacciones que corresponden a ocho de los ejemplares de *L. aripa* (Imagen 8).

A través del análisis en DNASubway se

determinó la calidad de las secuencias necesaria para continuar con el análisis. En la fase de BLAST, se determinó que la secuencia con mayor similitud correspondía al acceso del GenBank GBGL4418-07 que corresponde a la secuencia de COI de un ejemplar de *Leptophobia*, por lo que se corroboró la identificación taxonómica basada en caracteres con la similitud entre estas secuencias usadas como identificadores. Se seleccionaron las siguientes secuencias para comparar: GMMCF279-14 *Drosophila sp.*; GBMIN71103-17 *Papilio sp.*; GUPPY044-17 y UN137050-16 de *Pieris sp.*; y GBGL4418-07 *Leptophobia sp.*



Figura 7. Mapa de la distribución geográfica de los organismos colectados. Cada globo representa un ejemplar. Los colores representan familias identificadas en la leyenda. Los ejemplares de la familia Papilionidae se identifican con los globos verde claro y son los ejemplares que se analizaron en la fase de laboratorio. Mapa generado con el software Google Maps. Autoría propia: Villagrán-Peñaflor, 2018.

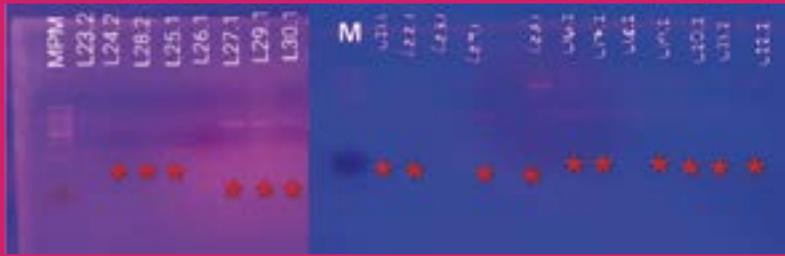


Figura 8. Electroforesis en gel analítico que muestra las pruebas positivas para los ejemplares de *Leptophobia aripa* analizados, las muestras van del L20.1 al L30.2. Se muestran 16 pruebas positivas indicadas con un \*. El carril indicado como MPM y M en cada gel corresponden al Marcador de peso molecular. Foto: electroforesis en gel revelado en transiluminador (bromuro de etidio y luz UV). Autoría propia: Villagrán-Peñaflor 2018.

Con las secuencias seleccionadas y las secuencias generadas de los ejemplares colectados (identificadas con el código L. número de ejemplar.1-2) se construyó un alineamiento con el algoritmo MUSCLE que se ilustra en la imagen 9, donde se observa que la secuencia de un ejemplar de *Drosophila* posee mayor número de cambios y que las secuencias de los ejemplares analizados poseen menos cambios comparadas entre sí y con la secuencia del ejemplar de *Leptophobia sp.*

A partir de este alineamiento se construyó por el método de Neighbour Joining, el

árbol filogenético ilustrado en la imagen 10. En este se muestra que las secuencias de los organismos colectados se agrupan con la secuencia GBGL4418-07 que corresponde a *Leptophobia sp.* formando un clado monofilético. Este clado se relaciona a continuación con un clado formado por las secuencias GUPPY044-17 y UNI37050-16 que corresponden a *Pieris sp.*, estos dos géneros pertenecen a la familia Pieridae y el agrupamiento de las secuencias refleja esta relación. De esta forma, la secuencia GBMIN71103-17 de un ejemplar de *Papilio sp.* se agrupa para formar el Orden de



Figura 9. Alineamiento de las secuencias obtenidas para los ejemplares colectados. A la izquierda se muestran las relaciones de identidad entre las secuencias comparadas y a la derecha se muestra de arriba hacia abajo: secuencia consenso; identidad, secuencias comparadas (línea 1 a la 13). Alineamiento obtenido con el software Geneious. Autoría propia: Villagrán-Peñaflor, 2018

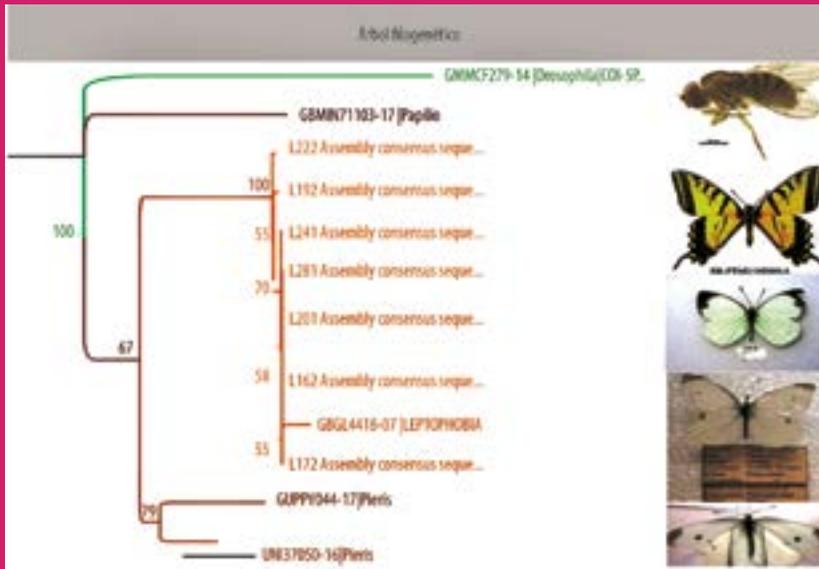


Figura 10. Árbol filogenético que muestra las relaciones entre los ejemplares secuenciados y las secuencias obtenidas del GenBank. Se muestra que los ejemplares colectados por los alumnos forman un grupo monofilético con la secuencia GBGL4418-07 que corresponde a *Leptophobia* sp. El grupo al que más se relaciona es el que forman las secuencias GUPPY044-17 y UNI37050-16 de *Pieris* sp. Este clado se relaciona con la secuencia GBMIN71103-17 de *Papilio* sp. y con la secuencia GMMCF279-14 de *Drosophila* sp. subsecuentemente. Imagen obtenida con el Software Geneious. Fotos obtenidas de BOLD Systems y de ejemplares de la colección entomológica. Autoría propia: Villagrán-Peñaflor, 2018

los Lepidopteros al que pertenecen las mariposas. La secuencia GMMCF279-14 del ejemplar de *Drosophila* sp. permitió enraizar el árbol filogenético al ser un miembro de la clase Insecta. De esta forma, la relación evolutiva de los ejemplares secuenciados con otros miembros del mismo género, familia, clase y orden se recapitulan en este árbol filogenético.

## Análisis de resultados o discusión

Las actividades realizadas con los alumnos en la elaboración de los biocódigos de ba-

rras de la vida han permitido generar una serie de acciones tendientes a la enseñanza de las ciencias experimentales. La elaboración de proyectos de investigación ha permitido profundizar en los conceptos procesos y técnicas propias de la biología moderna.

En la fase de colecta y determinación de especies, los alumnos no solo adquirieron habilidades para trabajar en campo y trabajar con seres vivos, sino que desarrollaron habilidades técnicas como la capacidad de seguir una guía taxonómica dicotómica. La determinación taxonómica requirió de habilidades de observación y análisis para reconocer las características

morfológicas de valor taxonómico en los ejemplares de mariposas. Existen dos especies de mariposas cuyo nombre común es *mariposa blanca de la col*, los ejemplares de este tipo son similares en tamaño, color, forma y ambos se encuentran en el Parque Tezozomoc, sin embargo, pueden pertenecer al género *Leptophobia* o al género *Pieris*, de forma que la determinación taxonómica de los ejemplares fue un reto para los estudiantes.

El trabajo con organismos vivos permite a los estudiantes un mayor entendimiento sobre los procesos biológicos de estos, permitiéndoles poner en práctica conceptos abstractos que en un salón de clases difícilmente se pudieran observar y experimentar. El trabajo de laboratorio basado en proyectos ha permitido a los alumnos entender su entorno, desarrollando un desenvolvimiento mayor en la sociedad en la que se encuentra. Haciendo de estos jóvenes unos científicos novatos, lo que en un país megadiverso como el nuestro, resulta de una importancia mayor, como se puede constatar la reflexión realizada por alumno Diego Fernando Hernández sobre su trabajo realizado en el laboratorio de la cual muestro un breve fragmento:

"En general, el realizar un proyecto de ciencia cambia algunos aspectos de tu vida para bien, y por lo menos para mí, me sirve como un pre-acondicionamiento al trabajo de laboratorio y me encamina hacia la carrera que pienso desempeñar en mi vida, preparándome en el aspecto molecular y bioquímico." (Reflexión completa, Ver Anexo 1).

Dado que la formación de especialistas en taxonomía, ecología, biodiversidad, biología molecular, etc., resultan costosos tanto en tiempo como en dinero a las instituciones educativas de un país, es importante que jóvenes bachilleres se involucren desde tempranas edades a este tipo de actividades científicas, pues podría considerarse como una capacitación y definición de sus vocaciones futuras como profesionistas. El proyecto de biocódigos de barras realizados con los invertebrados encontrados y colectados dentro y cerca del plantel resalta la importancia de que no sólo en los ecosistemas naturales es posible encontrar la diversidad biológica de la cual, tanto se habla, en clases y libros.

Durante la fase de laboratorio los estudiantes fueron guiados para llevar a cabo procedimientos para obtener DNA de los



ejemplares colectados, no sólo adquirieron habilidad técnica en el uso y manejo de equipo de laboratorio de Biología Molecular, sino que se realizó énfasis en el fundamento de las técnicas y en los fundamentos del diseño experimental que nos permite en último termino conocer un fragmento de DNA que hace posible identificar a una especie. En esta fase es interesante la integración de conocimientos adquiridos en diversas materias, no solo en Biología pues resalta la importancia de una sólida formación en la materia de Química así como la noción de conceptos de Física y de Matemáticas.

El trabajo de los alumnos en el laboratorio de biología molecular ha sido con el afán de poder realizar bases de datos sobre organismos que tienen una cercanía con ellos y poder realizar estudios estadísticos sobre la diversidad, distribución, abundancia y riqueza de especies en ambientes urbanos.

El análisis bioinformático permitió identificar para cada organismo la identidad de procedencia y la relación entre estas y otras secuencias de DNA de las bases de datos. En esta fase se enfatizó el análisis crítico, debido a que se seleccionaron organismos con diferente relación filogenética con *Leptophobia*, con el fin de generar un árbol filogenético que explicara la situación filogenética de los organismos analizados. De esta forma se seleccionaron ejemplares de *Leptophobia* los cuales se agruparon con los organismos colectados. También se seleccionaron otras mariposas como *Pieris* que pertenece a la misma familia y un Papiliónido que pertenece a la misma clase. La mosca de la fruta, *Drosophila*, se seleccionó por ser un invertebrado, que pertenece a un grupo distinto de las mariposas pero que es un insecto, con el fin de enraizar el árbol.

## Bibliografía

1. Agarwala, R., Barrett, T., Beck, J., Benson, D. A., Bollin, C., Bolton, E., . . . Zbicz, K. (2016). NCBI Resource Coordinators, Database resources of the National Center for Biotechnology Information, *Nucleic Acids Research*, Volume 44, Issue D1, 4 January 2016, Pages D7–D19, <https://doi.org/10.1093/nar/gkv1290>
2. Berlanga, H., Rodríguez, V., & Gómez de Silva, H. (2008). *aVerAves: la ciencia ciudadana para la conservación*. Recuperado de <http://www.conabio.gob.mx/averaves/>
3. Brock, J. P., & Kaufman, K. (2006). *Kaufman Field Guide to Butterflies of North America*. Houghton Mifflin Harcourt (HMH).
4. Colegio de Ciencias y Humanidades, CU (s/f). *Modelo educativo*. Recuperado el 1 de febrero de 2019, a partir de <https://www.cch.unam.mx/modelo>
5. Conabio-Sedema. (2016). *La biodiversidad en la Ciudad de México* (Primera edición, Vol. 1). México: Conabio/Sedema. Recuperado a partir de [http://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/pdf/Volumen\\_1-cdmx\\_web.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/pdf/Volumen_1-cdmx_web.pdf)
6. Glassberg, J. (2018). *A Swift Guide to Butterflies of Mexico and Central America*.
7. Hilgert, U., Khalfan, M., Williams, J., & Micklos, D. (2014). DNA Subway: Making Genome Analysis Egalitarian. En *Proceedings of the 2014 Annual Conference on Extreme Science and Engineering Discovery Environment*. <https://doi.org/10.1145/2616498.2616575>
8. iNaturalist.org web application. (s/f). Recuperado el 1 de febrero de 2019, a partir de <http://www.inaturalist.org>
9. Lunt, D. H., Zhang, D. X., Szymura, J. M., & Hewitt, G. M. (1996). The insect cytochrome oxidase I gene: evolutionary patterns and conserved primers for phylogenetic studies. *Insect molecular biology*, 5(3), 153–65. Recuperado a partir de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8799733>
10. Martínez-Meyer, E., Sosa-Escalante, J. E., & Álvarez, F. (2014). El estudio de la biodiversidad en México: ¿una ruta con dirección? *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 1–9. <https://doi.org/10.7550/rmb.43248>
11. Ratnasingham, S., & Hebert, P. D. N. (2007). BOLD: The Barcode of Life Data System (<http://www.barcodinglife.org>). *Molecular Ecology Notes*, 7(3), 355–364. <https://doi.org/10.1111/j.1471-8286.2007.01678.x>
12. Secretaría de Apoyo al Aprendizaje, CU (s/f). Programas Institucionales de Iniciación a la Investigación. Recuperado el 1 de

febrero de 2019, a partir de <https://www.cch.unam.mx/aprendizaje/programajovenes>

13. Villaseñor, J. L. (2015). ¿La crisis de la biodiversidad es la crisis de la taxonomía? *Botanical Sciences*, 93(1), 3. <https://doi.org/10.17129/botsci.456>
14. Zou, Y., Mason, M. G., Wang, Y., Wee, E., Turni, C., Blackall, P. J., ... Botella, J. R. (2017). Nucleic acid purification from plants, animals and microbes in under 30 seconds. *PLOS Biology*, 15(11), 1–22. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2003916>
15. Zúñiga-Reinoso, Á., & Mardones, D. (2014). Primer registro de la especie exótica *Pieris brassicae* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Pieridae) en la Región de Atacama, Chile. *Idesia (Arica)*, 32(3), 117–118. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292014000300015>

## Anexo 1

### Reflexión sobre la experiencia de un semestre en Laboratorio de Ecología Molecular, Siladin

Alumno: Diego Fernando Hernández Delgadillo.

El gusto por las ciencias me ha llevado a pensar en tener una preparación profesional en este ámbito, por tal motivo actualmente con 15 años he tomado la decisión de pertenecer al Laboratorio de Ecología Molecular.

La primera carrera en mi lista de opciones es neurociencias, “Las Neurociencias son un conjunto de disciplinas científicas que investigan acerca de la función, la estructura y la bioquímica del sistema nervioso [...]” Mi interés general en la ciencia es el funcionamiento de los organismos, así que tengo otras carreras en la mente.

A pesar de esto el Siladin no fue mi primera opción como una actividad para complementar mi paso en CCH, antes pensé en ingresar en alguna actividad deportiva o en alguna de todas las actividades y talleres que tiene el plantel. Con la gran diversidad de actividades que se pueden encontrar en CCH Azcapotzalco es difícil tomar una decisión, pero bueno al final para mí la mejor fue el Laboratorio de Ecología Molecular.

Ya ingresado en el laboratorio y bien entendido lo que se hace y cómo se hacen las cosas ahí, comienzas a darte cuenta de tus aptitudes y debilidades necesarias en un ámbito más “profesional”, con el simple hecho de trabajar bajo normas permanentes se ve si existe disciplina dentro de un laboratorio. En este laboratorio existe un gran compromiso con el trabajo constante, en donde se tiene que tener o desarrollar la capacidad de ser ordenado y cumplido con el trabajo que se hace ahí.

En general, el realizar un proyecto de ciencia cambia algunos aspectos de tu vida para bien, y por lo menos para mí, me sirve como un pre-acondicionamiento al trabajo de laboratorio y me encamina hacia la carrera que pienso desempeñar en mi vida, preparándome en el aspecto molecular y bioquímico.



**BIOLOGÍA**



**MÉTODO DE EXTRACCIÓN DEL**

# **DNA**

**SENCILLO Y COSTEABLE**

**DE LA PIÑA Y EL CHÍCHARO**

*Autores*

**Beatriz Mónica Pérez Ibarra**

*niqus50@gmail.com*

**Norma Carolina Sánchez Aranda**

**Raúl Motte Nava**

**Agustín Celestino López**

**Plantel Sur**

## Resumen

**E**n el presente trabajo se muestra la estandarización de una técnica sencilla y de bajo costo para el aislamiento de DNA genómico a partir de piña y chicharo, modificando la composición de la solución de lisis, cuya concentración óptima fue de 2.0 g de NaCl, 6.3 g de champú comercial y 1.6 g de NaHCO<sub>3</sub> comparando con una solución de lisis preparada con detergente lavatrastos y las mismas sales. Cuando las muestras obtenidas con la solución de lisis que contiene champú comercial se analizan por electroforesis en gel de agarosa, se obtienen bandas bien definidas y con escasa degradación. El DNA obtenido, por medio de esta técnica y que presenta buena calidad y rendimiento, podrá ser empleado para estudios de diversidad genética de diferentes frutas y hortalizas.

 **Palabras clave:** DNA genómico, solución de lisis, buffer, frutas, hortalizas.

## Introducción

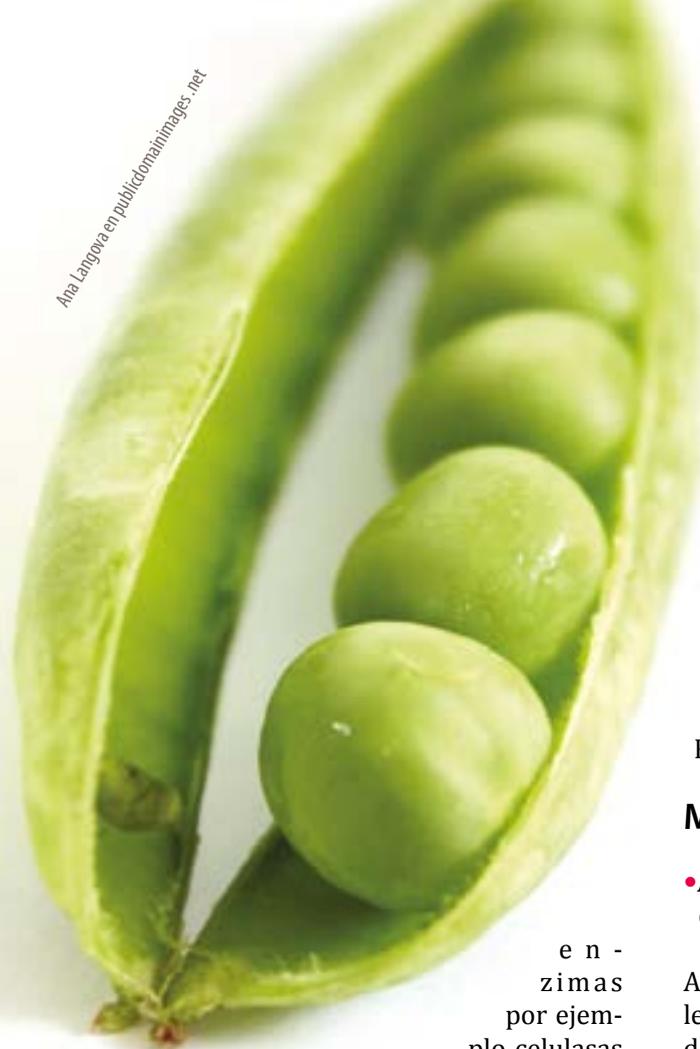
El objetivo principal del siguiente trabajo es la estandarización de un método costeable y poco complejo que hace uso de materiales económicos para extraer DNA de buena calidad y cantidad que puede emplearse posteriormente en técnicas más específicas como la biología molecular. La calidad de una muestra de DNA se puede establecer cuando existe la posibilidad de almacenamiento por tiempos prolongados, minimizando cambios en su estructura y propiedades, ya que de esto dependerá la reproducibilidad en la realización de ensayos posteriores (Rocha S., 2002). En gene-

ral, un método eficaz de extracción de DNA debe mantener la composición y estructura de la molécula, su integridad y aumentar su pureza y concentración (Sambrook J.F., 2001). Cuando se propone la instrumentación de un método de extracción de DNA de origen vegetal es indispensable considerar tres aspectos: el tipo de tejido, el tipo de DNA que se desea extraer y el tipo de análisis que se realizará. Con respecto al primer tipo es importante considerar que los tejidos jóvenes contienen más DNA que los tejidos viejos. Es importante considerar la composición bioquímica de los tejidos, ya que el método empleado dependerá de si la muestra contienen grandes cantidades de compuestos fenólicos o si son abundantes en lípidos o carbohidratos. Con respecto al segundo, se debe considerar si el DNA que se requiere es nuclear, mitocondrial o citoplasmático y en el tercer tipo de ensayo que se realizará posteriormente, ya sea secuenciación, amplificación, etc. (Rocha S. 2002).

En cualquier protocolo para la obtención de DNA es indispensable llevar a cabo cuatro etapas principales:

1. Ruptura de tejidos y paredes celulares Rogers, S.O. and Bendlich, A.J. (1994).
2. Ruptura de membranas.
3. Inhibición de enzimas que destruyen al DNA.
4. Extracción de contaminantes.

En la etapa uno se pulveriza el material a bajas temperaturas, generalmente se emplea nitrógeno líquido o hielo seco. [Rogers, S.O. and Bendlich, A.J. (1994)]. Puede emplearse también una técnica basada en la deshidratación por secado o con sílica gel. Dependiendo de la constitución de la pared celular del tejido vegetal, además, utilizarse



en -  
zimas  
por ejem-  
plo celulasas  
para degradar  
las paredes celulares  
o bien de forma manual.

La ruptura de las membranas celulares para la liberación del DNA se logra a través de la utilización de detergentes comerciales, como dodecilsulfato de sodio (SDS) o Tritón.

La inactivación de enzimas (DNAsas) presentes en el DNA puede conseguirse a través de métodos físicos como la desnaturalización con calor a temperaturas de 65°C o bien por métodos químicos en los que se emplean materiales como solventes

orgánicos del tipo fenol o cloroformo, con antioxidantes o con agentes quelantes ácido etilendiaminotetraacético (EDTA), ácido etilenglicol bis ( $\beta$ -aminoetil éter) -N, N, N', N'-tetraacético (EGTA) que captan los iones de Mg responsables de la actividad de las DNAsas.

Los principales contaminantes del DNA son las histonas y el RNA, además de residuos de sustancias incorporadas en etapas anteriores durante el proceso de purificación del DNA. Para separar dichos contaminantes se pueden utilizar solventes orgánicos como el alcohol, el fenol-cloroformo Malajovich MA., (2016), además la centrifugación a altas velocidades, columnas de filtros ó incubación con RNasas (Rocha S., 2002).

## Materiales y métodos

### • Aislamiento de DNA genómico a partir de frutas y hortalizas

A partir de 14 g de piña y chícharo, los cuales fueron macerados por separado y filtrados a través de un tamiz, fueron tratados con la solución de lisis, cuya composición se fue modificando como se muestra en las Tablas 1 y 2. Para lograr obtener DNA de alta calidad y cantidad, el tratamiento con las diferentes soluciones de lisis consistió en colocar en una probeta de 100 ml, 10 ml del filtrado y 20 ml de la solución de lisis. Se tapó y agitó vigorosamente de cinco a seis veces aproximadamente. Luego, 2.5 ml de la mezcla anterior se colocó en una probeta de 10 ml y se añadieron cuidadosamente 5 ml de etanol absoluto previamente enfriado a 4°C. El DNA emergió después de dejarlo reposar por 10 minutos a

temperatura ambiente y otros 15 minutos en refrigeración hasta observar la separación de las diferentes fases (a: superior, b: interfase y c: inferior). Con una micropipeta se tomaron 1 ml de cada fase y se colocaron por separado en microtubos para posteriormente centrifugar durante cinco minutos a 30,000 rpm. Se decantó el sobrenadante y nuevamente se adicionaron 1 ml de etanol a cada uno de los microtubos y se

centrifugaron a 30,000 rpm durante cinco minutos. Se descartó el sobrenadante y se dejó evaporar el etanol por diez minutos. Finalmente, se adicionaron 30  $\mu$ L de agua desionizada estéril y los microtubos se guardaron en el congelador para su posterior resolución en gel agarosa.

En la etapa de lisis, las células fueron sometidas a la ruptura de sus membranas, por medio de la acción de las sales de sodio,

Tabla 1. Componentes de la solución de lisis con detergente

Composición Solución	H2O destilada (ml)	Detergente lavatrastes marca Axion(g)	Cloruro de sodio (g NaCl)	Bicarbonato de sodio (g NaHCO <sub>3</sub> )
Lisis 1	80	6.3	1.6	1.6
Lisis 2	80	6.3	2.0	1.6
Lisis 3	80	6.3	2.3	1.6
Lisis 4	80	6.3	1.3	1.6
Lisis 5	80	6.3	1.0	1.6
Lisis 6	80	6.3	0.5	1.6

Tabla 2. Componentes de la solución de lisis con champú

Composición Solución	H2O destilada (ml)	Champú Caprice (g)	Cloruro de sodio (g NaCl)	Bicarbonato de sodio (g NaHCO <sub>3</sub> )
Lisis 7	80	6.3	2.0	1.6
Lisis 8	80	6.3	2.3	1.6

y permitieron la liberación del material genético. Los iones de sodio son atraídos por las cargas negativas de los grupos fosfato del DNA neutralizando su carga. Por otro lado, el cloruro de sodio también disminuye la solubilidad de las proteínas lo que provoca su precipitación y consecuente separación del DNA. El bicarbonato de sodio empleado en la solución de lisis también se usa para mantener el pH alcalino entre 8-10 y no desintegrar las moléculas de DNA.

El detergente (*Axion*) destruye las membranas de las células debido a que los fosfolípidos son los componentes principales de la membrana nuclear y plasmática por tanto, como los fosfolípidos son una grasa, se necesita un detergente para neutralizarlo. Al momento de agregar la solución de lisis al macerado de la muestra, inicia una reacción en la que se disuelve la membrana nuclear, los cloroplastos y las mitocondrias que contiene el vegetal para liberar el DNA.

Cuando se le agrega el etanol frío al DNA, éste emerge debido a que el DNA es insoluble en altas concentraciones de sal y etanol [<http://learn.genetics.utah.edu>]. La solución se dividirá en dos fases principalmente. El etanol hace a algunas hebras de DNA visibles en la interfase de la solución. Esta fase intermedia se encuentra con carga nula y una polaridad intermedia entre agua y alcohol.

### • Comprobación por electroforesis

Se pesaron 0.60 g de agarosa y se adicionaron en 60 ml de TAE<sup>1</sup> 1X (Tris-hidroximetil-aminometano, ácido acético y EDTA). La mezcla se calentó aproximadamente a 80°C hasta obtener otra transparente y sin grumos; se adiciona 4 µL de SYBR DNA. Después se vertió en un molde y se colocaron los peines formadores de pozos<sup>2</sup> y se dejó solidificar. Posteriormente, se colocó en la cámara de electroforesis donde se adicionaron 200 ml de TAE al 1X. En cada pozo se colocaron de 4 a 6 µL de DNA genómico y 2 µL de buffer de carga. El gel se corrió a 95 Volt por 40 minutos.

Esta técnica es necesaria para el análisis del DNA en el que se separa la molécula bajo la acción de un campo eléctrico, permitiendo la migración de solutos iónicos en una matriz tamponada (gel de agarosa) hacia el ánodo (que tiene carga positiva) de-

bido a que el DNA posee una carga negativa gracias a la combinación de sus bases de fosfatos. Puesto que la matriz actúa como un filtro, los fragmentos de DNA más pequeños migran rápidamente en dirección al polo positivo, mientras que los de mayor longitud migran de forma lenta.

## Resultados

En la primera etapa del proyecto se trabajó con la solución de lisis 1, donde se logró obtener DNA genómico de chícharo (CH), tomate (T), piña (Pñ) y fresa (F) como se muestra en la Figura 1 y Tablas 3 y 4. Sin embargo, el DNA se muestra degradado y con baja concentración según la intensidad del patrón de bandas al comparar con el control positivo, esto debido a que la concentración de NaCl no fue suficiente para proteger el material genético; asi-



Figura 1. Fotografía del gel de agarosa con las muestras de hortalizas y frutas

<sup>1</sup> TAE. Disolución tampon formada por Tris, Acetato y EDTA de uso frecuente en la electroforesis en especial en gel de agarosa para separar ácidos nucleicos.

<sup>2</sup> Orificio donde se deposita el material genético.

mismo, no fue suficiente para provocar la precipitación de las proteínas y, por tanto, su separación del DNA (Zavala J., 2005) y (Concepción J., 2005). Por lo cual, con base en estos resultados donde se obtuvo DNA, pero degradado, mezclado con proteínas o

RNA (Lopera-Barrero *et al.*, 2008), se procedió para probar diferentes soluciones de lisis modificando su composición.

Para la segunda etapa, se decidió trabajar sólo con piña y chícharo, ya que fueron las muestras donde obtuvieron

Tabla 3. Aislamiento de DNA a partir de diferentes hortalizas (parte superior del gel)

Pozo	Muestra	µL DNA	µL buffer de carga	Resultado
1	Marcador de peso molecular (M)	2	2	Patrón de bandas (M)
2	(CH1)	6	1	+
3	(CH2)	6	1	-
4	(CH3)	6	1	+/-
5	(J1)	6	1	-
6	(J2)	6	1	-
7	(J3)	6	1	-
8	(T1)	6	1	+
9	<i>B. thioparans</i> (C+)	6	1	+

Tabla 4. Aislamiento de DNA a partir de diferentes frutas (parte inferior del gel)

Pozo	Muestra	µL DNA	µL buffer de carga	Resultado1
17	Marcador de peso molecular (M)	2	2	Patrón de bandas (M)
18	(Pñ1)	5	2	+
19	(Pñ2)	5	2	+/-
20	(Pñ3)	5	2	-
21	(Mn1)	5	2	-
22	(Mn2)	5	2	-
23	(Mn3)	5	2	+/-
24	(F1)	5	2	+/-
25	(F2)	5	2	+/-
26	(F3)	5	2	+/-
27	(PI1)	5	2	-
28	(PI2)	5	2	-
29	(PI3)	5	2	-
30	<i>B. thioparans</i> (C+)	6	1	+

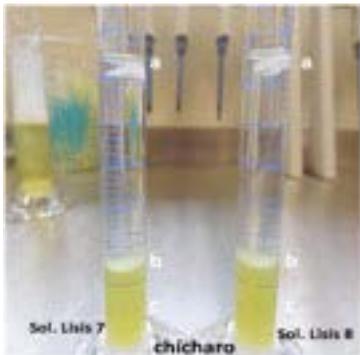


Figura 2. Formación de fases con diferentes soluciones de lisis

mejores resultados y, a partir de allí, se probaron soluciones de lisis ajustando los *buffers* de precipitación y lisis con la finalidad de asegurar la obtención de DNA, (Falcon, L. I. y Valera, A., 2007). Así pues, se probó con altas concentraciones de NaCl (lisis 1, 2 y 3) y con bajas concentraciones (lisis 4, 5 y 6), las concen-

traciones más adecuadas de NaCl fueron 2.0 g y 2.3 g. Además de que el detergente empleado inicialmente resultó agresivo con el tejido de las muestras provocando la desnaturalización del material genético para lo cual se decidió cambiar por champú. Las soluciones de lisis con mejo-

res resultados hasta el momento fueron la lisis 7 y 8. Cabe resaltar que en estos casos se observaron fases bien definidas, etiquetadas como fase a: superior, b: interfase y c: inferior como se muestra en la Figura 2. Por otro lado, en el gel se observaron bandas claras y marcadas para las muestras de chícharo con poco DNA degradado, mientras que en el caso de la piña sólo se observa un patrón de banda, tenue pero sin degradación de DNA (ver Figura 3 y Tabla 5).



Figura 3. Fotografía del gel de agarosa con las muestras de chícharo y piña

## Conclusiones

La solución de lisis 7 resultó ser la más efectiva, de acuerdo con los resultados observados en la electroforesis. En ambos casos (chícharo y piña) es aquella que se compone de 2.0 gramos de cloruro de sodio, 1.6 gramos de bicarbonato de sodio, 6.3 gramos de champú en 80 ml de agua.

En cuanto a la sustitución del detergente lavatrastes por el champú, éste último al ser menos agresivo con las células vegetales,

Tabla 5. Aislamiento de DNA a partir de chícharo y piña

Pozo	Muestra	μL DNA	μL buffer de carga	Resultado
1	Marcador de peso molecular (M)	3	2	Patrón de bandas (M)
2	CH 7a	4	2	+/-
3	CH 7b	4	2	+ (poca degradación)
4	CH 7c	4	2	+ (poca degradación)
5	CH 8a	4	2	+/-
6	CH 8b	4	2	+ (degradación)
7	CH 8c	4	2	-
8	Vacío			
9	Pñ 7a	5	2	-
10	Pñ 7b	5	2	+
11	Pñ 7c	5	2	+
12	Pñ 8a	5	2	-
13	Pñ 8b	5	2	-
14	Pñ 8c	5	2	-
15	<i>B. thioarans</i> (C+)	5	2	+

permitió obtener DNA menos degradado, como se muestra en la comprobación por electroforesis con un menor barrido y una sola banda de DNA más definida. Figura 3 y Tabla 5.

## Agradecimientos

Agradecemos el apoyo que se nos brindó para el trabajo realizado, al programa UNAM-DGAPA-INFOCAB, Clave del proyecto PB-201016.

## Bibliografía

1. Concepción J. (2005), *Prácticas de biología molecular*. Colombia: PUJ, 15-17.
2. Falcon, LI. y Valera, A. (2007), *Herramientas moleculares en ecología molecular*, compiladores Sauza V. Eguiarte LE. y Aguirre X. Editorial Instituto Nacional de Ecología. México, 16:499-516.
3. Lopera-Barrero NM., Povh JA., Ribeiro RP., Gomes PC., Jacometo CB. y Silva Lopes T. (2008), *Comparación de protocolos de extracción de ADN con muestras de aleta y larva de peces: extracción modificada con cloruro de sodio*. Cien. Inv. Agr. 35(1): 77-86.
4. Malajovich MA., (2016), *Extracción de ADN 3: Procedimiento básico para fuentes alternativas*. Biotecnología: enseñanza y divulgación. Disponible en: <http://www.bteduc.bio.br> (consultado en junio 2017)
5. Rocha S. y Pedro J., (2002), *Teoría y Práctica para la extracción y purificación del ADN de palma de aceite*. Palmas, 23:3, 9-14.
6. Rogers, S.O. and Bendlich, A.J. (1994), *Extraction of total cellular DNA from plants, algae and fungi*. In: Gelvin, S.B. and Schilperoort, R.A., Eds., *Plant Molecular Biology Manual*, 2nd Edition, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1-8.
7. Sambrook, J.F, Russell, D.W., (2001), *Molecular Cloning: A Laboratory Manual*, 3rd ed. Cold Spring Harbor Laboratory Press, 1,2,3. 2100.
8. Zavala J. (2005), *Manual de técnicas básicas de biología celular*. México: UADY, 19:27-28 y 43-49.
9. *Genetic Science Learning Center. How to extract DNA from anything living*. Disponible en: <http://learn.genetics.utah.edu> (consultado en junio 2017).

**BIOLOGÍA**



# La Flor de cempasúchil

de las ofrendas a tus manos

*Autores*

Alfredo César Herrera Hernández  
[alfredocho@gmail.com](mailto:alfredocho@gmail.com)

Cecilia Espinosa Muñoz  
Plantel Oriente

## Resumen

La presente investigación se realizó en los semestres 2018-1 y 2018-2 en el Siladin del plantel Oriente del CCH, en el marco de las actividades del Club de Química.

El proyecto experimental tuvo como principal eje el estudio de la flor de cempasúchil y su posible uso como coadyuvante en un gel antibacterial; para ello se abarcaron diferentes etapas, partiendo del proceso de extracción por maceración, caracterización de los extractos, ensayos biológicos, formulación de un gel y evaluación del producto final.

Los resultados muestran que el gel antibacterial con extracto de flor de cempasúchil es más eficaz en comparación con el gel sin extracto, debido a esto se considera que las sustancias químicas de la flor son responsables de dicho efecto. Esto es trascendental, por lo que se sugiere continuar estudiando una flor mexicana como el cempasúchil.

 **Palabras clave.** Gel antibacterial, extractos, flor de cempasúchil, mezcla homogénea, sustancias.

## Introducción

La flor de muertos o cempasúchil (*Tagetes erecta*) es muy vistosa, de colores que van del amarillo al anaranjado intenso, tal y como lo muestra la figura 1.

Se encuentra distribuida por todo México, su país de origen, debido a que es una planta muy conocida para adornar las ofrendas el día de muertos ya que, según las costumbres, sus pétalos guían las almas de nuestros seres queridos fallecidos por-



Figura 1. Flor de cempasúchil.

que contienen los rayos del Sol. Sin embargo, también tiene otros usos provenientes de la tradición antiquísima de la herbolaria mexicana.

Por ejemplo, en diferentes estados de la República Mexicana, se recomienda en padecimientos digestivos, para tratar las fiebres, en enfermedades del tipo respiratorio, en afecciones de la piel, en alteraciones nerviosas, entre otros.

Dichos usos se deben a la riqueza química de la planta, la cual presenta diversidad de compuestos químicos de importancia biológica, entre los que destacan carotenoides (luteína y xantofila), flavonoides, monoterpénoides (geraniol, limoneno y mentol) y componentes azufrados de bitienilo y tertienilo.

De esta manera, el objetivo de este trabajo consiste en explorar un uso alternativo de la flor de cempasúchil, más allá de un ornamento, enfocándonos en el potencial efecto antimicrobiano de los extractos, su incorporación en un gel y su evaluación.

## Metodología

La metodología que siguió la investigación experimental abarcó las siguientes etapas:

### **Etapas 1: Recolección, limpieza y extracción del material vegetal**

La recolección de las flores de cempasúchil se llevó a cabo en los meses de octubre y noviembre, época en donde son económicas y fáciles de conseguir. Seleccionamos aquellas que no estuvieran maltratadas o presentaran algún daño físico, se limpiaron y prepararon para realizar la extracción por medio de la maceración.

La maceración consiste en dejar en contacto el material vegetal con un disolvente apropiado, determinados días, a temperatura ambiente para que penetre las estructuras vegetales y las disuelva.

Colocamos 50 g de flores de cempasúchil enjuagadas con agua destilada y fragmentadas en frascos ámbar grandes; les adicionamos 300 ml de alcohol etílico. Se taparon los frascos y se dejaron reposar por 20 días alejados de los rayos del Sol y en un lugar seguro, agitando moderadamente dos veces al día.

Transcurrido el tiempo, se filtró el extracto alcohólico obtenido y se llevó a frascos ámbar, para los ensayos biológicos.

### **Etapas 2: Ensayos biológicos**

El primero de ellos fue la determinación de la actividad antifúngica, para ello se prepararon medios de cultivo con agar-papa-dextrosa, en condiciones de esterilidad. En tres cajas Petri se preparó una mezcla al diez por ciento de concentración del extracto de flor de cempasúchil. Se prepararon otras tres cajas Petri más como controles negativos, ya que solamente tuvieron el medio de cultivo.

Preparados los medios de cultivo, las cajas fueron colocadas destapadas a la intemperie, por un lapso de cuatro horas. Pasado ese tiempo se sellaron y se llevaron a un lugar cálido para que los microorganismos se desarrollaran. Tras 48 horas, se llevó a cabo un conteo de las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) de hongos que habían crecido en el medio de cultivo.

El segundo ensayo biológico, fue la determinación de la actividad antibacteriana, cuyo procedimiento fue similar al anterior solo que, en este caso, se preparó un medio de cultivo diferente para el crecimiento de bacterias (agar-nutritivo) en condiciones de esterilidad.

Así, tres cajas Petri llevaron una concentración de diez por ciento del extracto de la flor, y tres cajas solo medio de cultivo, como controles negativos, las cuales fueron colocadas a la intemperie destapadas, por un periodo de cuatro horas. Transcurrido el tiempo, se sellaron y se incubaron en una zona cálida para el desarrollo de los microorganismos. Tras 48 horas, se contaron las UFC que habían crecido en cada caja. Posteriormente se hicieron tinciones de Gram, para identificar el tipo de bacterias que se desarrollaron en cada caja.

### **Etapas 3: Formulación de un gel con extractos de cempasúchil**

Tras varias pruebas, se optó por la siguiente formulación: Se pesaron 12 g de carbopol que se colocaron en un vaso de precipitados que contenía 300 ml de agua destilada. Se mezcló vigorosamente hasta eliminar todos los grumos. A esta mezcla, se adicionaron 50 ml de alcohol etílico y 5 ml del extracto de cempasúchil; se mezclaron todas las sustancias de manera homogénea. Para finalizar, se adicionaron de dos a cinco gotas de trietanolamina, sin dejar de mezclar.

De igual manera, se realizó un gel pero sin extractos de flor de cempasúchil, para comparar la efectividad de ambos.

#### **Etapa 4: Evaluación del producto**

La evaluación del gel obtenido consistió en la realización de las siguientes pruebas: Aspecto, irritabilidad y análisis microbiológico. En los siguientes párrafos se describen cada una de ellas.

*Aspecto:* Se tomaron muestras para determinar el color, el olor y el pH, este último, fue medido empleando potenciómetro (previamente calibrado) y papeles pH para confirmar resultados.

*Irritabilidad:* Esta prueba se fundamenta en que, cuando una persona es sensible a determinada sustancia, los mastocitos reaccionan, generando inflamación, lo que se traduce en la aparición de una roncha, rodeada de un eritema.

El procedimiento general fue disponer una gota del gel con extracto de cempasúchil en la cara anterior del antebrazo, esperar entre 15 a 20 minutos y observar. La muestra de personas que empleamos para esta prueba fue de cien.

*Análisis microbiológico:* Se prepararon, en condiciones de esterilidad, medios de cultivo (agar-agar y agar papa-dextrosa) en cajas Petri.

Empleando hisopos estériles, se tomaron muestras de manos, las cuales tuvieron las siguientes características:

Muestras tipo A: de manos sin lavar

Muestras tipo B: de manos lavadas y con 5 ml de gel sin extracto

Muestras tipo C: de manos lavadas y con 5 ml de gel con extracto

Las muestras anteriores se sembraron en las cajas Petri con los medios de cultivo y se colocaron en una estufa a 37 °C por 48 horas, para permitir el crecimiento de microorganismos.

Transcurrido el tiempo, se contaron las UFC de cada caja Petri y se hicieron tinciones de Gram para identificar los posibles microorganismos que se hubieran desarrollado.



## Resultados

De manera general, los procesos de recolección, limpieza y maceración de las flores de cempasúchil fue sencillo, obteniendo 285 ml de extracto total. El extracto tuvo una coloración naranja; en cuanto al olor, desprendían un aroma agradable y dulce. Los resultados obtenidos al enfrentar estos extractos con diferentes muestras biológicas resultaron sorprendentes.

Los resultados de los ensayos biológicos para evaluar la actividad antifúngica se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Cantidad de UFC de hongos en cajas Petri

Caja Petri	Con extracto de cempasúchil (UFC)	Control negativo sin extracto (UFC)
1	73	76
2	60	75
3	46	71
Promedio	59.6	74

Asimismo, los resultados de los ensayos biológicos para evaluar la actividad bactericida se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Cantidad de UFC de bacterias en cajas Petri

Caja Petri	Con extracto de cempasúchil (UFC)	Control negativo sin extracto (UFC)
1	37	52
2	35	36
3	31	25
Promedio	34.3	37.6

Una de las características visuales que presentaron las colonias formadas por bacterias fue que todas eran del mismo tipo y parecían pequeñas gotas color blanco-amarillento, convexas, cremosas, de tamaños variados, como lo muestra la figura 2.



Figura 2. Morfología de colonias de bacterias en medio agar-agar.

El gel obtenido, con la adición del extracto de flor de cempasúchil, fue una mezcla homogénea, translúcida, de color ligeramente amarillento, cuyo pH medido en potenciómetro fue de 7.2 y con papel pH fue de 7.

En cuanto a la irritabilidad del gel, la prueba fue aplicada a cien personas, de las cuales tres personas tuvieron irritación leve y una más irritación moderada.

Los resultados del análisis microbiológico se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Cantidades de UFC con y sin el producto

Medio de cultivo	Muestras tipo A (manos sin lavar)	Muestras tipo B (manos lavadas y con gel sin extracto)	Muestras tipo C (manos lavadas y con gel con extracto)
Agar-agar	505	11	0
Agar-papa-dextrosa	203	54	18

Las tinciones de Gram efectuadas no difieren en las pruebas realizadas en los ensayos biológicos.

## Análisis de resultados

De los resultados obtenidos en la evaluación antifúngica del extracto de flor de cempasúchil, se destaca que en todas las cajas Petri hubo crecimiento positivo de hongos microscópicos. La cantidad de UFC en las cajas Petri con extracto de flor de cempasúchil no tuvo diferencias significativas con las cajas de control negativo (para detalles, ver la tabla 1).

Los resultados fueron similares en la actividad bactericida, encontramos crecimiento bacteriano en cajas Petri con extracto de flor de cempasúchil y también en las cajas que no llevaron extracto (para detalles, ver tabla 2).

Sin embargo, encontramos diferencias notables luego de hacer las tinciones de Gram a las UFC que se desarrollaron en los medios para el crecimiento bacteriano.

En las cajas Petri de control negativo, es decir, las que no llevaron extracto, se desarrollaron bacterias Gram (+) y Gram (-); pero en las cajas Petri con extractos de flor de cempasúchil, las bacterias que se desarrollaron, solamente fueron Gram (-), como se observa en la imagen 3.

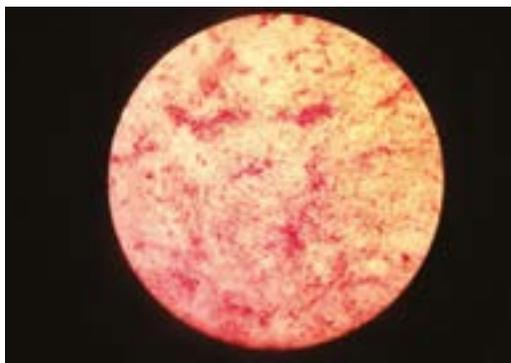


Figura 3. Bacterias Gram (-)

Para evitar posibles errores experimentales, repetimos las tinciones tres veces, llegando a los mismos resultados.

De las pruebas de irritabilidad destacamos que el gel obtenido es un producto de buena calidad ya que fueron mínimas reacciones en la piel de los voluntarios.

Por otra parte, las cajas Petri que llevaron muestras de las manos (ver tabla 3), indican que el gel con extractos de flor de cempasúchil disminuye en la misma proporción las UFC tanto de hongos como de bacterias.

## Conclusiones

Tras realizar las diferentes evaluaciones del extracto de flor de cempasúchil de manera aislada, concluimos que en las concentraciones empleadas (10 por ciento) no inhibe el crecimiento y desarrollo de hongos, pero sí inhiben el crecimiento y desarrollo de bacterias Gram (+). Sin embargo, cuando los extractos de flor de cempasúchil se incorporan en un gel antibacterial, aumenta el nivel de efectividad contra hongos y bacterias.

El gel antibacterial con extracto de flor de cempasúchil obtenido fue una mezcla homogénea, con un pH igual a 7, presentó baja irritabilidad y, en términos generales, fue bien recibido por las personas en quien fue probado.

Con lo anterior, los objetivos del proyecto se cumplen, debido que, se obtuvo un gel con mayor efecto antiséptico y se logró dar aplicación a lo ya investigado, esto es, elaborando un producto que se puede utilizar en la vida cotidiana y relacionarlo con Química, donde los alumnos observen y analicen que la asignatura no está aislada de su entorno.

## Agradecimientos

Los profesores, autores de la presente investigación, deseamos agradecer a los alumnos que participaron en el desarrollo de la misma:

Erika Janette Castillo García,  
Sandra Exabel Flores Ramírez,  
Guadalupe Xico Torres.

## Bibliografía

1. Sierra, A. (2013). *Cempasúchil: usos rituales y medicinales*. Noviembre 1, 2013, de ECOOSFERA Sitio Web: <https://ecoosfera.com/2013/11/cempasuchil-usos-rituales-y-medicinales/>
2. SA. (2009). *Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana*. UNAM. México. Última consulta 01 de enero de 2019 en: <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=Tagetes%20erecta&id=7343>
3. SA. (2018). XXVII Concurso Universitario Feria de las Ciencias, la Tecnología y la Innovación. UNAM. México. Última consulta 01 de enero de 2019 en: <https://www.feriadelasciencias.unam.mx/antiores/feria24/>





BIOLOGÍA

# Efecto de diferentes sustratos azucarados en la fermentación con tibicos

## Estrategia didáctica

*Autores*

Ricardo Arturo Trejo De Hita  
[ricardo.trejo@cch.unam.mx](mailto:ricardo.trejo@cch.unam.mx)

Severo Francisco Javier Trejo Benítez  
Plantel Sur

## Resumen

El objetivo de esta estrategia es apoyar al desarrollo del pensamiento formal en los alumnos, para que éste sea más lógico y crítico, empleando las metodologías científicas. Se espera que construyan capacidades procedimentales del quehacer científico para plantear y resolver problemas, a través de la experimentación y el análisis de resultados. Con ello nace el cambio conceptual de las ideas del sentido común que tengan sobre algún fenómeno.

En la investigación se evaluó el efecto de diferentes sustratos azucarados en la fermentación con tibicos (que son asociaciones de bacterias y levaduras) para producir vinagre. Se realizaron diferentes pruebas, siendo la principal aquel en donde se varió el tipo de sustrato azucarado (azúcar, piloncillo y miel). Para medir el grado de

fermentación se determinó el volumen de los globos inflados por el  $\text{CO}_2$ . Se midió la producción de biomasa a partir del incremento en el peso de los tibicos. Finalmente, la elaboración del vinagre (ácido acético), se detectó por el cambio en los valores del pH, desde el pH del alcohol etílico, de 7, al pH del ácido acético, entre 2.4 y 3.4.

En experimentos adicionales se evaluaron los efectos que tienen diferentes condiciones en la fermentación y en la producción de vinagre. Estos se realizaron variando: concentración de piloncillo; cantidad de tibicos (biomasa) y la intensidad de luz.

Los resultados muestran que el piloncillo fue el mejor sustrato de los evaluados, al producir una mayor fermentación ( $80 \text{ cm}^3$  de  $\text{CO}_2$ ), seguidos por el azúcar ( $60 \text{ cm}^3$ ) y después por la miel ( $40 \text{ cm}^3$ ). La concentración de piloncillo que ayudó a incrementar el grado de fermentación fue de 10 por



Figura 1. Investigación realizada en los laboratorios Siladin del CCH Sur (Araujo & Reyes J., 2016)

ciento, al llevar la producción de  $\text{CO}_2$  a  $100 \text{ cm}^3$ . La cantidad de tubos que mejores resultados mostró para la fermentación fue la de 25 g de tubos generando  $95 \text{ cm}^3 \text{ CO}_2$ . Por último, no se observó un efecto significativo sobre la fermentación al variar la intensidad de la luz, pues se obtuvieron resultados similares.

 **Palabras clave.** Enseñanza, ciencias, metodología científicas, pensamiento formal, cambio conceptual, fermentación, tubos.

## Introducción

El problema principal, del cual parte la estrategia didáctica aquí planteada, es que los alumnos presentan ideas previas o de sentido común arraigadas, que utilizan para explicar los fenómenos naturales que los rodean.

Estas ideas son difíciles de cambiar ya que son persistentes, parecen evidentes y lógicas y se contraponen a los conceptos científicos enseñados en la escuela. Son un obstáculo importante para el aprendizaje de las ciencias, pues no permiten que los conocimientos robustos y comprobables, generados por procedimientos rigurosos, se incorporen en forma estable y coherente a su forma de pensar provocando que los alumnos no aprendan significativamente y que no sean capaces de utilizar estos conocimientos para analizar, explicarse y resolver problemas sobre los fenómenos naturales.

Las ideas previas, o también llamados preconceptos, se elaboran con base en la interacción y las evidencias aparentes de los fenómenos cotidianos, además de la información superficial que reciben de su entorno directo, como lo son: la familia, los amigos, los medios de comunicación y las

redes sociales. Estas construcciones constituyen, para los alumnos, los elementos centrales en la interpretación a los fenómenos y de las clases de sus profesores; de ahí que tengan creencias que no corresponden con las teorías científicas (Carrascosa & Daniel, 1985; Gil, 1986).

La nueva visión de la enseñanza aprendizaje de las ciencias es el cambio conceptual sobre los fenómenos naturales, que parten de las ideas erróneas del sentido común y las transforman en aprendizajes científicos. Los modelos didácticos se deben de enfocar a las metodologías científicas, que son formas de pensar lógicamente y procedimientos que permiten resolver problemas. Estas hacen que se desarrolle el pensamiento formal y que se logren razonamientos lógicos y críticos, para inducir, deducir y hacer analogías. También ayudan a conocer y ejercitar procesos empíricos, tales como la observación, investigación, experimentación y la obtención de explicaciones objetivas basadas en resultados comprobables (Caamaño, 1988).

El pensamiento formal no se presenta de manera espontánea, sino que existen factores culturales, sociales, familiares y de los sistemas educativos que influyen en su consolidación. Estos factores son esencialmente la maduración del sistema nervioso y endocrino, aunque también se conjuga con la actividad y el ejercicio intelectual.

La enseñanza de las ciencias representa una forma de pensar más que la transmisión y adquisición de conocimientos. Es más importante ejercitar los procedimientos intelectuales, los cuales comprenden las habilidades racionales del pensamiento y las capacidades operacionales. Esto, les permitirá a los alumnos: plantear problemas de las relaciones causa efecto entre los factores involucrados en los fenómenos na-

turales; formular predicciones lógicas tentativas, diseñar y realizar investigaciones o experimentos (que pongan a prueba las suposiciones); y, finalmente, analizar y discutir los resultados, con los que se pueden obtener conclusiones razonables significativas sobre el objeto de estudio.

Los objetivos de la estrategia didáctica que se reseña en este artículo son que los alumnos (Trejo B., 2013) (Trejo B. & Trejo D., 2016)

- a) Aprendan las bases de los procedimientos de las metodologías científicas.
- b) Realicen varios análisis metodológicos de investigaciones científicas, que consisten en examinar las fases en las que se realizaron dichos estudios.
- c) Indaguen la información pertinente sobre el fenómeno a examinar.
- d) Planteen el problema e hipótesis correspondientes.
- e) Diseñen y realicen la investigación y el(los) experimentos.
- f) Analicen y discutan los resultados y las conclusiones.
- g) Confronten los resultados y conclusiones obtenidas en la investigación, con las ideas del sentido común que se tenían sobre el fenómeno.

## Metodología

Se ha visto que, al encontrar insuficiencias en sus ideas del sentido común comparadas con los resultados objetivos de su investigación, algunos alumnos realizan el cambio conceptual por ideas más lógicas, razonables y comprobables. La práctica constante de las metodologías de la ciencia propicia un escepticismo informado, para no aceptar afirmaciones ilógicas sin pruebas y sí

una real percepción de los fenómenos naturales. Cabe señalar que estos cambios no se logran en todos los alumnos y algunos no lo alcanzan en su vida adulta. Además, de que el desarrollo del pensamiento formal no es homogéneo o se alcanza al mismo tiempo en cada individuo (no es inmediato), pero la intención es fomentar, con este tipo de estrategias didácticas, para que se ejerciten las habilidades de pensamiento.

En esta estrategia se espera que, después de realizar los análisis metodológicos mencionados en el apartado anterior, los alumnos comprenden las metodologías científicas y les ayudan al desarrollo del pensamiento formal. Una vez adquiridos los conocimientos, experiencias intelectuales y procedimentales de estos análisis, se procede a la planeación de la investigación.

A continuación, se ejemplifica con una investigación realizada en los laboratorios Siladin en el CCH Sur (Figura 1), lo planteado en esta estrategia. Se muestran los apartados y las etapas en los que se dividió dicho estudio, así como los resultados obtenidos.

## Investigación acerca del efecto de diferentes sustratos azucarados en la fermentación con tибicos para producir vinagre

### Antecedentes

La fermentación es el metabolismo catabólico con el proceso de degradación de moléculas de azúcar, para la obtención de energía: ATP y  $\text{NADH}_2$ , para las funciones y estructuras vitales y como subproductos alcohol etílico y  $\text{CO}_2$ .

Ecuación general:  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH} + 2\text{CO}_2 + 2\text{ATP}, 2\text{NADH}_2$

La fermentación alcohólica es un proceso de oxidación anaeróbico, se lleva a cabo fundamentalmente por las levaduras *Saccharomyces cerevisiae* y se produce alcohol etílico. En cambio, la fermentación acética es aeróbica, producida por la bacteria *Acetobacter aceti*, que transforma el alcohol etílico en ácido acético (vinagre) en presencia de oxígeno.

Los tibicos son asociaciones de bacterias (*Leuconostoc*, *Streptococcus*, *Pedococcus*, *acetobacter aceti*) y levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*, *Brettanomyces intermedius*, *Klebsiella oxytoca*, *Pichia membranaefaciens*), entre otras. Las asociaciones están embebidas en una matriz de polisacáridos (dextrosas) producida por la bacteria *Lactobacillus brevis*. Las zoogreas o macrocolonias son masas irregulares gelatinosas de color blanco amarillentas translúcidas. Se les conoce desde épocas prehispanicas para la producción de bebidas fermentadas de bajo contenido alcohólico, como el tepache y el colonche (Herrera-Suárez, Salinas-Chapa, & Palacios-Mayorga, 1984; Taboada, Ulloa, Estrada-Cuellar, & Díaz-Garcés, 1987; Ulloa, Herrera-Suárez, & de la Lanza, 1981).

Entre los usos y beneficios de los tibicos se tiene que son elementos probióticos para recuperar y conservar la flora intestinal, mismos que contribuyen a una mejor digestión, alivian el estreñimiento y la colitis. Mitigan los dolores de cabeza, artríticos y reumáticos, fortalecen el sistema inmunológico, además de que ayudan a bajar de peso. Se utilizan también en la producción de vinagre de tibicos, empleado como condimento y para la conservación de alimentos encurtidos, escabeches o marinados.

Al respecto de los sustratos azucarados, utilizados para el estudio, se puede decir que, el azúcar blanca refinada está forma-

da por sacarosa, disacárido compuesto por los monosacáridos glucosa y fructosa. Es altamente pura en un 99.8 por ciento y carece de proteínas, grasas, vitaminas y minerales, con un valor calórico de 398 kcal por cada 100 gramos. El piloncillo es azúcar sin refinar, contiene sacarosa (glucosa y fructosa), proteínas, vitaminas y varios minerales. La miel de abeja está compuesta de los monosacáridos glucosa y fructosa y de los disacáridos maltosa, sucrosa; además contiene proteínas, vitaminas y minerales. Es importante señalar que, al tener propiedades antimicrobianas y antisépticas, dañan a los tibicos o retrasan su proliferación. Su alta concentración de azúcar inhibe a las bacterias por lisis osmótica y a las levaduras por su baja humedad. Pero se conoce que a concentraciones por encima de 18 por ciento en agua aparecen los procesos fermentativos.

### Problema

¿Los diferentes sustratos azucarados: azúcar blanca, piloncillo y miel de abeja, afec-



tan en forma distinta la fermentación con tibicos?

### Hipótesis

Si los sustratos tienen una composición química diferente, entonces el piloncillo, que tiene más nutrientes y sin inhibidores del crecimiento de los microorganismos, será el mejor para la fermentación.

En condiciones de diferente intensidad de luz, si la mayoría de las fermentaciones se realizan en lugares oscuros, entonces en frascos oscuros habrá mayor fermentación.

### Desarrollo

Se dispusieron de tres grupos o lotes con

tres repeticiones cada uno. Los frascos para realizar los experimentos fueron de vidrio, de boca reducida y con distintas tonalidades del material: transparentes, ámbar y oscuros. Estos frascos fueron tapados con globos para capturar el CO<sub>2</sub> desprendido durante la fermentación.

Las variables o condiciones para el experimento principal o experimento 1, en el cual se varió el sustrato azucarado, pueden observarse en la Tabla 1. En ella se señalan la variable independiente o manipulada (vim) y las variables constantes (vc) que se seleccionaron en cada experimento. La variable dependiente (vd) sería el resultado obtenido.

Tabla 1. Diseño del experimento 1 (cuadro de control de variables)

Variables	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Tipo de variable
Tibicos (g)	20 g	20 g	20 g	vc
Substrato (50 g)	Azúcar	Piloncillo	Miel	vim
Agua (mL)	250	250	250	vc
Tiempo (horas)	72	72	72	vc
Temperatura (OC)	20	20	20	vc

Las variables o condiciones en las que se realizaron los tres experimentos complementarios (experimentos 2, 3 y 4) se presentan en la Tabla 2. Cabe señalar que solo se muestran las vim que diferenciaron

a cada uno de los tres experimentos. Por lo tanto, debe de entenderse que las vc, como el volumen de agua, tiempo y temperatura; se mantuvieron con los mismos valores que en el experimento 1.

Tabla 2. Valores de la V.I.M en los tres experimentos complementarios

Exp. #	Variables	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Tipo de variable
2	Piloncillo (% , g)	5 %, 12.5 g	10 %, 25 g	20 %, 50 g	vim
3	Tibicos	10 g	20 g	40 g	vim
4	Iluminación	Transparente	Ámbar	Oscura	vim

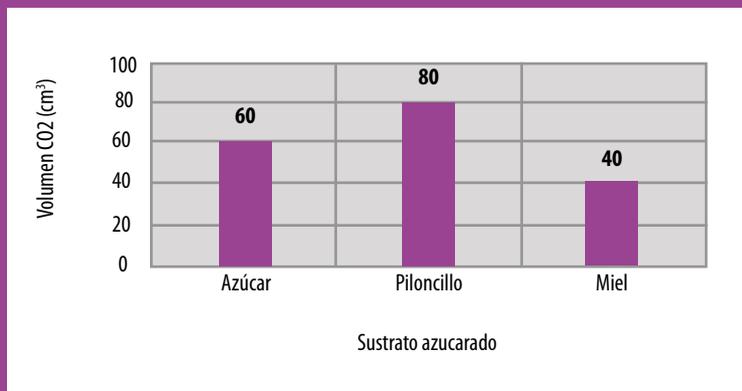
El grado en que fue desarrollada la fermentación se midió con el volumen de  $\text{CO}_2$  capturado en los globos sujetos a las bocas de las botellas. La producción de biomasa de los tibicos fue determinada por

la diferencia entre su peso inicial y el peso final así como la producción de vinagre, por el cambio en el valor del pH del alcohol etílico (pH 7) al del ácido acético (pH 2.4 – 3.4).

## Resultados

### Experimento 1

En la utilización de los diferentes sustratos azucarados, se obtuvo, a las 72 horas de fermentación, un volumen de  $\text{CO}_2$  de  $60 \text{ cm}^3$  con el azúcar, de  $80 \text{ cm}^3$  con el piloncillo y de  $40 \text{ cm}^3$  con la miel. La gráfica 1

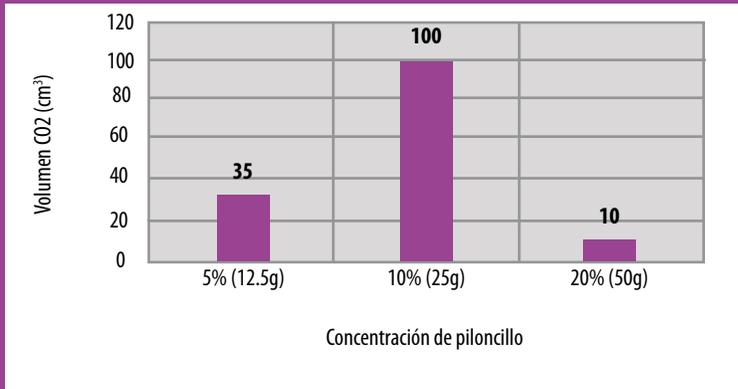


Gráfica 1. Experimento 1: Fermentación en los diferentes sustratos azucarados (fuente propia)

muestra los resultados obtenidos de este experimento.

### Experimento 2

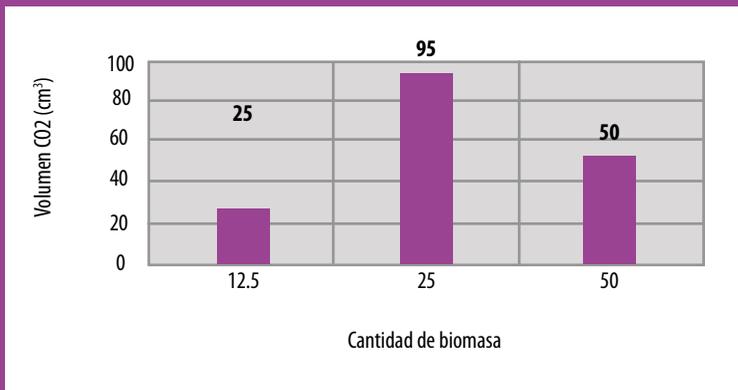
En este se variaron las concentraciones de piloncillo, que fue el mejor sustrato obtenido del experimento 1. Las concentraciones empleadas fueron de 5 por ciento (equivalente a 12.5 g de piloncillo), de 10 por ciento (25 g) y de 20 por ciento (50 g). Con la primera concentración se obtuvieron  $35 \text{ cm}^3$  de  $\text{CO}_2$ , con la segunda de  $100 \text{ cm}^3$  y con la última  $10 \text{ cm}^3$ . La gráfica 2 muestra los resultados obtenidos de este experimento.



Gráfica 2. Experimento 2: Fermentación con piloncillo a diferentes concentraciones (fuente propia)

### Experimento 3

Este se realizó con diferentes cantidades de biomasa de tibicos y se obtuvieron los siguientes resultados a las 72 horas de fermentación: con 12.5 g se produjeron 25 cm<sup>3</sup> de CO<sub>2</sub>, con 25 g fueron 95 cm<sup>3</sup> y con 50 g se lograron 50 cm<sup>3</sup>. La gráfica 3 muestra los resultados obtenidos de este experimento.



Gráfica 3. Experimento 3: Fermentación con diferente biomasa de tibicos. (fuente propia)

### Experimento 4

A diferente intensidad de luz obtenida con los frascos transparentes, ámbar u oscuros, el volumen de CO<sub>2</sub> desprendido fue semejante, en 80 cm<sup>3</sup> para las tres intensidades de luz. Entonces, se pudo notar que el efecto de la diferente iluminación no presentó diferencias notables.

Respecto a la producción de vinagre se dejaron las “madres del vinagre” (capa flotante formada por las bacterias *Acetobacter aceti*), durante tres semanas y se les agregó 50 g de piloncillo por semana. Se pudo comprobar que el alcohol etílico producido en la fermentación, con valor de pH 7, se transformó en ácido acético (vinagre), con valor de pH de tres.

## Análisis y discusión de resultados

Para el experimento uno, con los diferentes sustratos azucarados (Figura 2), el mejor fue el piloncillo, por contener más nutrientes que el azúcar y no presentar sustancias antimicrobianas, como se da en el caso de la miel. En esta última, el sustrato funciona como antibiótico, dañando y retrasando la proliferación de los tibicos.



Figura 2. Uso de diferentes sustratos azucarados en la fermentación con tibicos (fuente propia)

En el estudio de las diferentes concentraciones del piloncillo: 5, 10 y 20 por ciento, se obtuvo mejor rendimiento al 10 por ciento. Quizá la primera concentración fue insuficiente para la cantidad de biomasa de tibicos. En el caso de la concentración de 20 por ciento, la elevada presencia de azúcares inhibió el fenómeno por la deshidratación de los tibicos, mediante el fenómeno de plasmólisis en un medio con alta presión osmótica (García C., 2004).

En la investigación con diferente cantidad de los tibicos: 12.5 g, 25 g y 50 g, la mejor fermentación se dio con 25 g de biomasa de tibicos.

En el caso de la diferente intensidad de luz con los frascos transparentes, ámbar y

oscuros (Figura 3), en la investigación no se encontraron diferencias representativas, obteniéndose resultados semejantes. Esto puede atribuirse a que, en el caso de los frascos transparentes, les llega a los tibicos la luz con radiación ultravioleta, lo que afectaría sus células y su reproducción.



Figura 3. Uso de diferentes intensidades de luz en la fermentación con tibicos (fuente propia)

Dejando los frascos con las “madres del vinagre” por tres semanas, agregándoles piloncillo, el alcohol etílico se logró transformar en ácido acético (vinagre).

## Conclusiones

A partir de esta estrategia, los alumnos adquieren las bases de las metodologías científicas a nivel bachillerato. Con los análisis metodológicos de varias investigaciones científicas, que se encuentran en el libro de *Biología III* (Trejo B., 2013) y los dos paquetes didácticos para la enseñanza de las ciencias, que elaboramos con este propósito, adquieren experiencia procedimental, metodológica y avances en su pensamiento formal, esto los capacita para realizar su investigación. Finalmente, elaboran su reporte y lo presentan en un Foro Académico.

En la investigación, se observó que los alumnos cambiaron su concepto de la fermentación, pues pensaban que este se refería a la descomposición o putrefacción de la materia orgánica. Con esta investigación se percataron, en cambio, que mediante procesos químicos del metabolismo catabólico, sucedió una degradación de moléculas de azúcar lo que permitió la obtención de energía.

## Bibliografía

1. Araujo, A. J., & Reyes J., S. (2016), "Alumnas producen vinagre a partir del uso de tibicos", *Órgano Informativo Pasos del Sur*. Ciudad de México, UNAM, plantel Sur.
2. Caamaño, A. (1988), "Tendencias actuales en el currículo de ciencias", *Revista de investigación y experiencias didácticas*, 6 (3), 255.
3. Carrascosa, J., Daniel, G. (1985), "La metodología de la superficialidad y el aprendizaje de las ciencias", *Revista de investigación y experiencias didácticas*(3), 133-120.
4. García C.,V. (2004), *Introducción a la Microbiología*, Costa Rica, EUNED.
5. Gil, D. (1986), "La metodología científica y la enseñanza de las ciencias: unas relaciones controvertidas", *Revista de investigación y experiencias didácticas*, 4 (2).
6. Herrera-Suárez, T., Salinas-Chapa, C., & Palacios-Mayorga, S. (1984), "Estudio de cepas de *Klebsiella oxytoca* (Flügge) Lautrop, fijadoras de nitrógeno, aisladas de las zoogreas llamadas 'tibicos'", *Revista Latinoamericana de Microbiología*, 27 (3), 253-257.
7. Taboada, J., Ulloa, M., Estrada-Cuellar, L., & Díaz-Garcés, J. (1987), "Estudio de las levaduras de los tibicos y pruebas de alimentación con aves y roedores utilizando estas zoogreas en la dieta", *Rev. Lat.-Amer. Microbio* (29), 73-83.
8. Trejo B., S. (2013), "*Biología III La metodología científica como estrategia didáctica*", CCH, UNAM, Ciudad de México.
9. Trejo B., S., & Trejo D., R. (2016), "*Paquete didáctico de la metodología científica para la enseñanza - aprendizaje de las ciencia, Genética y Biología Molecular*", CCH, UNAM, Ciudad de México
10. Ulloa, M., Herrera-Suárez, T., & de la Lanza, G. (1981), "Estudio de la *Pichia membranaefaciens* y *Saccharomyces cerevisiae*, levaduras que constituyen parte de las zoogreas llamadas tibicos en México", *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* (16), 63-75.



**La rehabilitación  
de la vegetación del  
área de Reserva y  
Sendero Ecológico  
del CCH Plantel Sur**  
Una experiencia ecológica educativa

**BIOLOGÍA**

*Autores*

**Irma Sofía Salinas Hernández**  
*lynxsalinas@yahoo.es*

**Miguel Serrano Vizuet**  
**Cecilia Garduño Ambriz**  
Plantel Sur

## Resumen

Durante el mes de abril de 2016 se realizó la rehabilitación del área de reserva y sendero ecológico del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), plantel Sur, con el propósito de preservar este lugar y de apoyar los contenidos temáticos de ecología, pérdida de la biodiversidad y conservación de la misma incluidos en las asignaturas de Biología II y IV. En ella participaron alumnos y profesores. La rehabilitación de la vegetación consistió en las diferentes fases que involucra la limpieza del lugar y en la introducción de plantas nativas. Los resultados obtenidos señalan que este trabajo permite al alumnado comprender y valorar conservación de la biodiversidad y garantizar dicha conservación al verse involucrados; además de que promueve vocaciones científicas y fomenta el trabajo cooperativo.

 **Palabras clave:** rehabilitación, vegetación, ecología, biodiversidad, pérdida, conservación, actividades, enseñanza, aprendizaje.

## Introducción

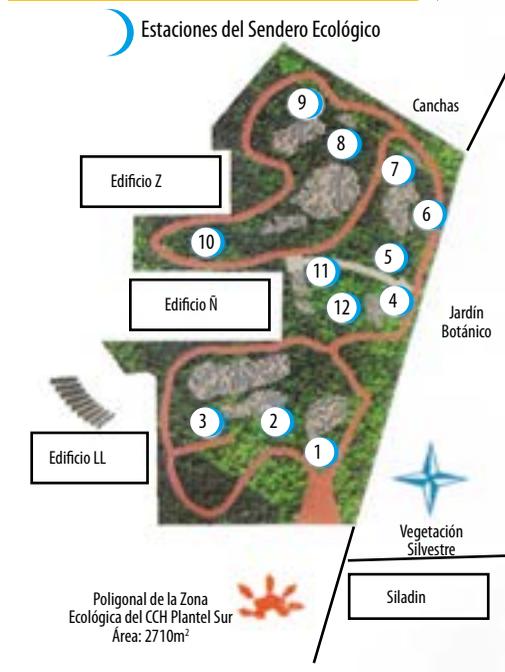
El plantel Sur del Colegio de Ciencias y Humanidades está situado al sur de la Ciudad de México. Tiene una ubicación privilegiada por estar inmerso en un reducto del ecosistema del Pedregal de San Ángel y porque en su interior aún es posible encontrar áreas verdes que conservan parte de la vegetación y fauna características de este ecosistema (Garduño *et al.*, 2009).

Asimismo, cuenta con un área de reserva y sendero ecológico, inaugurado en 2003, cuya superficie es de 2 710m<sup>2</sup> (Figura 1) y “en la misma se encuentran representadas, [por su cercanía], muchas de las especies características de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, algunas de las cuales, en la actualidad, se encuentran amenazadas o en peligro de extinción; de ahí la importancia de contar con un área como esta al interior del plantel, tanto para el cuidado y conservación de las especies que ahí habitan, como para llevar labores de investigación, docencia y difusión” (Cruz *et al.*, 2014).

El sendero ecológico del plantel está conformado por 12 estaciones (Figura 2).



Figura 2. Plano del área de Reserva y Sendero Ecológico del CCH Sur. (Tomada de Cruz et al., 2014)



A lo largo del año se presentan dos estaciones climáticas muy marcadas: la época de secas que abarca de noviembre a principios de mayo y la época de lluvias que inicia con las primeras lluvias de mayo y se extiende hasta octubre. En estas temporadas se observan cambios drásticos en cuanto a las características de su flora y fauna.

A partir del 2004 el trabajo de los profesores adscritos a este proyecto se ha centrado en el mantenimiento de la Reserva y Sendero Ecológico, así como en involucrar a profesores y alumnos, en el estudio de las diversas áreas del plantel como herramienta didáctica para apoyar los contenidos temáticos de diversas asignaturas como Filosofía, Taller de Diseño Ambiental, Matemáticas, Química y especialmente Biología, sean o no integrantes de este seminario.

Salinas *et al.*, (2016) señala que a pesar de que año con año se retira la basura encontrada en el sendero, por parte de los integrantes del seminario y del apoyo de otros colegas interesados en la conservación del mismo, esta acción no es suficiente sobre todo si consideramos que en el área existen otros factores de deterioro, es decir, la acumulación de desechos sólidos, entre los que se incluyen cascajo y escombros; el desplazamiento de la flora nativa debido al recubrimiento natural del sustrato para introducir pasto (proceso conocido como simplificación del hábitat), que puede llegar a favorecer la entrada de plantas exóticas y la proliferación de la fauna feral (perros, gatos, ratones y ratas domésticas).

Una de las acciones para subsanar esta situación es la restauración ecológica, término que se aplica cuando el ecosistema se ha degradado, dañado, transformado o totalmente destruido, como resultado directo o indirecto de las actividades humanas (SER, 2004). De acuerdo con Rovere (2008) es el proceso de coadyuvar a la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido, con el fin de reconvertir dichas áreas en sitios cuya composición de especies y funcionamiento sean lo más parecidas a las condiciones previas al disturbio; mientras que para De la Garza (2012) es una actividad deliberada e intencional que inicia o acelera la recuperación de un ecosistema con respecto a su salud (proceso funcional), integridad (composición de especies y estructura de la comunidad) o sostenibilidad (resistencia a la perturbación y resiliencia).

Para Clewell *et al.*, (2000) la restauración ecológica es la serie de acciones encaminadas a reducir, mitigar y revertir el deterioro de la naturaleza. Una forma de

hacerlo es través de la rehabilitación ecológica, la cual tiene la finalidad de integrar en un área determinada, elementos biológicos adecuados, que pueden ser nativos o exóticos, a un paisaje local, sin pretender regresar el sistema a su ruta histórica. Mendoza y Cano (2009) señalan que las acciones que involucren la recuperación, mejora y/o enriquecimiento de espacios físicos constituye el surgimiento de una nueva rama de la ecología, la rehabilitación.

En ocasiones, posterior a la rehabilitación de la vegetación en un ecosistema determinado, continua la etapa de plantación de especies típicas. En el caso del área de Reserva y Sendero Ecológico del CCH Sur el ecosistema que lo caracteriza es el de matorral xerófilo por lo que, cuando la “plantación” está destinada a repoblar matorrales en zonas, cuyas especies hayan sido disminuidas se le denomina rematorralización.

En los programas de estudio del CCH los temas de ecología, pérdida y conservación de la biodiversidad se abordan en las asignaturas de Biología II y IV de la segunda unidad, respectivamente. Sin embargo, coincidimos con Jaén *et al.* (2014) quienes mencionan que, aunque los jóvenes conocen los problemas ambientales y se muestran preocupados, no se sienten directamente responsables; por lo tanto, no parecen dispuestos a modificar sus comportamientos. Por ello, es necesario como docentes, tal y como lo señalan Jaén y Palop (2011), no sólo ofrecer informaciones, sino proponer experiencias que reconstruyan la conexión entre el hombre y el medio en un contexto sistémico.

Debido a lo expuesto y dada nuestra preocupación por conservar el área de Reserva y Sendero Ecológico, así como de apoyar los contenidos temáticos en cuestiones ambientales e involucrar a nuestros alumnos en las mismas se llevó a cabo durante el semestre 2016-2 la rehabilitación de la vegetación y rematorralización de este espacio físico.

## Metodología

Para llevar a cabo la rehabilitación ecológica del área de Reserva y Sendero Ecológico se contó con la asesoría del Dr. Pedro Eloy Mendoza Hernández, profesor adscrito a la Facultad de Ciencias, especialista en esta área y con el apoyo de los alumnos de los profesores involucrados.



El término fauna feral se refiere al establecimiento, en el medio silvestre, de poblaciones de especies exóticas que derivaron, forzosamente, de una condición doméstica. Los animales que dan origen a poblaciones ferales son siempre animales domésticos como los gatos y los perros.

(Lever, 1985; Manchester y Bullock, 2000).



▼ Figura 3. Marcaje de especies nativas. a) Helecho (*Polypodium pseudoaureum*), b) Flor de tigre (*Tigridia* sp). Fotografía de Cecilia Garduño Ambríz. Área de Reserva y Sendero Ecológico del plantel Sur del CCH, Cd Mx, 2015).



▼ Figura 4. Basura y desechos orgánicos recolectados. Fotografía de Irma Sofía Salinas. Área de Reserva y Sendero Ecológico del plantel Sur del CCH, Cd Mx, 2016).

La rehabilitación de la vegetación constó de tres etapas:

1. Identificación de especies nativas y su posterior marcaje con cinta de color naranja. Esto con el objetivo de que jardineros y profesores visitantes, previo aviso, fuera de su conocimiento que esas especies no deben quitarse o podarse (Figura 3).
2. Limpieza. Se organizaron a los alumnos de cada grupo participante, en cuatro equipos que realizaron tareas diferentes:
  - a) Recolección de residuos sólidos (basura: papel, cartón, plástico, vidrio, metal, diversos objetos de desecho, entre otros) y material orgánico (Figura 4). El cual se acumuló en un lugar establecido para después transportarlo, dentro del mismo sendero, al sitio de donde se lo llevaría el camión de la basura.
  - b) Deshierbe manual utilizando guantes de carnaza, básicamente arrancar desde raíz todo el pasto; ramas secas y troncos caídos (Figura 5).





▼ Figura 5. Deshierbe manual. Fotografía de Irma Sofía Salinas. Área de Reserva y Sendero Ecológico del plantel Sur del CCH, Cd Mx, 2016).



▼ Figura 6. Poda terrestre y aclareo. a) Retiro de mala mujer (*Wigandia urens*), b) Retiro de brote de fresno (*Fraxinus sp.*). Fuente: Irma Sofía Salinas. Área de Reserva y Sendero Ecológico plantel Sur del CCH, Cd Mx, 2016).

- c) Poda terrestre y aclareo. En esta fase se utilizaron tijeras de jardinero, palas, picos y únicamente machete para cortar en pedazos los troncos de árboles secos y eliminar los fresnos (Figura 6).
- d) Poda semiaérea y aérea. Denominada también como poda de saneamiento, la herramienta utilizada es la garrocha. Con ella se cortan las ramas más altas de los árboles que no están al alcance de la mano, ya sea para reducir la cobertura; para recortar ramas que están obstruyendo el camino; para eliminar ramas secas; para aclarar el lugar o bien, para darle forma a las copas de los árboles (Figura 7).
- e) Limpieza fina, mediante la eliminación desde raíz de los estolones del pasto (Figura 8).



▼ Figura 7. Poda semiaérea y aérea. a) Uso de la garrocha, b) Retirando la madeja. Fotografía: Irma Sofía Salinas. Área de Reserva y Sendero Ecológico del CCH Plantel Sur, CdMx, 2016).



▼ Figura 8. Limpieza fina. Extracción de estolones del pasto. Fotografía: Irma Sofía Salinas. Área de Reserva y Sendero Ecológico del plantel Sur del CCH, Cd Mx, 2016).

3. Introducción de plantas nativas. Esta etapa consistió en dos fases:

- a) Reubicación de especies vegetales. Consistió en el reacomodo de plantas nativas retiradas por accidente tras la limpieza realizada.
- b) Rematorralización de especies nativas. Tras la limpieza del área se procedió a la plantación de 54 organismos pertenecientes a ocho especies diferentes: *Eupatorium sp*, *Mammillaria sp*, *Manfreda sp*, *Montanoa tomentosa*, *Phytocaulum praecox* (antes *Senecio praecox*), *Salvia sp*, *Senna multiglandulosa* y *Tecoma stans* donados por el Invernadero de propagación del Jardín Botánico del Instituto de Biología.

## Resultados

En la rehabilitación del área de Reserva y Sendero Ecológico, que se llevó a cabo durante el mes de abril de 2016 (semestre 2016-2), participaron 441 alumnos de las asignaturas de Biología II y IV organizados en 20 grupos.

La ubicación dentro del plantel ocasiona una gran acumulación de desechos orgánicos e inorgánicos, ya que colinda con las canchas deportivas y con dos edificios, reflejando la falta de cultura ecológica de

los alumnos y de algunos trabajadores administrativos y profesores del plantel. Balones, *mousse* y cables de computadoras, bolígrafos, envases de plástico, latas de refrescos, corcholatas, taparoscas, botellas de cervezas, uncel, cartón, vidrio, preservativos, tenis, pantalones rotos y viejos, láminas de hierro ya oxidadas, fueron algunos de los residuos que se encontraron, sin mencionar la gran cantidad de basura orgánica recolectada.

Durante la etapa de limpieza, la basura y los desechos de materia orgánica recolectados y clasificados se depositaron en cos-



Figura 9. Recolección y clasificación de basura y desechos de materia orgánica. Fotografía: Irma Sofía Salinas. Área de Reserva y Sendero Ecológico del plantel Sur del CCH, CdMx, 2016)

tales, bolsas de plástico y contenedores. La basura se colocó en un lugar diferente al de los desechos de la materia orgánica (ramas, hojas, troncos podados, estolones, maleza y troncos secos) para que, posteriormente, el personal encargado de mantenimiento la

trasladara a los sitios indicados por su jefe de departamento (Figura 9).

Durante la limpieza se retiraron cinco brotes de fresno: dos ubicados en la estación 10, uno en la estación 11 y dos en la estación 12 (Figura 10).



▼ Figura 10. Retiro de fresnos (*Praxinus* sp.).  
Fotografía: Irma Sofía Salinas. Área de Reserva y Sendero Ecológico del del plantel Sur del CCH, CdMx, 2016)



▼ Figura 11. Vista de la estación 10 del antes y después de la rehabilitación. Fotografía: Irma Sofía Salinas. Área de Reserva y Sendero Ecológico del del plantel Sur del CCH, CdMx, 2016)

▼ Figura 12. Reubicación de especies vegetales tras la limpieza realizada. a) Bulbos de *Dahlia sp.*, b) y c) orejas de burro (*Echeveria gibbiflora*). Fotografía: Irma Sofía Salinas. Área de Reserva y Sendero Ecológico del del plantel Sur del CCH, Cd Mx, 2016)



En la Figura 11 se ejemplifica con la estación 10 el antes y el después de realizar la limpieza del área.

En la limpieza fina realizada, se encontraron bulbos de dalia (*Dahlia sp.*), orejas de burro (*Echeveria gibbiflora*) y nopales (*Opuntia sp.*), los cuales, bajo la asesoría del Dr. Pedro Mendoza, los alumnos volvieron a reubicarlos en el ecosistema de acuerdo con sus características (Figura 12).

La rematorralización se llevó a cabo con 54 ejemplares de ocho especies diferentes donados por el Jardín Botánico del Instituto de Biología a través del Invernadero de propagación (Figura 13). La distribución por estación se detalla en la tabla 1.



▼ Figura 13. Rematorralización de las especies donadas. Fotografía: Irma Sofía Salinas. Área de Reserva y Sendero Ecológico del del plantel Sur del CCH, Cd Mx, 2016)

Tabla 1. Distribución por estación de las especies plantadas en la rematorralización

Especie	Estaciones del Área de Reserva y Sendero Ecológico								
	1	2	3	4,5,6	7,8,9	10	11	12	TOTAL
<i>Eupatorium sp</i>	1			2			1	1	5
<i>Mammillaria sp</i>				1					1
<i>Manfreda sp</i>		1		2	1	1			5
<i>Montanoa tomentosa</i>	1			3	2		1		7
<i>Phytocaulum praecox</i>	1			6	9	1	2	1	20
<i>Salvia sp</i>	1								1
<i>Senna multiglandulosa</i>		3			1	2			6
<i>Tecoma stans</i>				1	6	2			9
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>19</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>54</b>

## Análisis de resultados o discusión

Los resultados obtenidos en torno a la cuestión educativa apoyan lo señalado por Jaén y Palop (2011) quienes indican que “se deben generar en los estudiantes capacidades de respuesta frente a los problemas ambientales; es decir, que sean capaces de formar su propia opinión y sepan que, a través de sus actuaciones, por pequeñas que sean, son capaces de influir en el medio que les rodea”. El conocimiento es necesario “pero no suficiente para lograr una concienciación efectiva que produzca cambios en los comportamientos de los ciudadanos” (Jaén *et al*, 2014).

Ejemplo de lo anterior son los comentarios extraídos de los reportes elaborados y entregados por parte de los alumnos sobre el trabajo que realizaron durante la rehabilitación de la vegetación, donde adquirieron más conciencia sobre el cuidado y mantenimiento del ambiente al señalar que esta actividad los hace más responsables sobre sus acciones, dándole más peso a la toma de decisiones que tienen

respecto al cuidado ambiental. Asimismo, les impresionó la cantidad de basura que puede acumularse un lugar como el sendero, a pesar de ser un lugar vigilado y donde para entrar como alumno debe ser acompañado del profesor; se preguntaron entonces que pasa con los lugares que tienen acceso libre para todas las personas y cuán contaminadas están. La actividad les permitió percatarse de que plantar árboles no es una actividad fácil, por el contrario, es una ardua labor que requiere de preparación del terreno, de tiempo y en este caso y de acuerdo con la experiencia obtenida, del trabajo en equipo.

El desarrollo de esta actividad favoreció el trabajo cooperativo; permitió que los alumnos sin salir de la CdMx realizar trabajo de campo y sensibilizarlos ante el cuidado del ambiente y en algunos casos hasta les promovió vocaciones científicas.

En lo que respecta a la parte ecológica durante la rehabilitación se observaron seis fresnos que fue necesario sustraerlos desde la raíz, su tamaño lo permitió. Esto, debido a que es una especie exótica se expande y compite con la vegetación



▼ Figura 14. La rehabilitación de la vegetación sensibilizó a los alumnos participantes ante el cuidado del ambiente. Fotografía: Irma Sofía Salinas. Área de Reserva y Sendero Ecológico del del plantel Sur del CCH, Cd Mx, 2016)

autóctona; además, al crecer son grandes, ocupan mucho espacio y dan bastante sombra, si llegan a dar semillas, tiran miles de éstas y, por consiguiente, todo el sendero estaría invadido de fresno, motivo por el que se retiraron.

Al realizar la limpieza fina en un área determinada es muy común que por accidente o por error se extraigan bulbos, como fue nuestro caso en las estaciones 10, 11 y 12; en este caso de *Dahlia sp*, la flor nacional. Al preguntarle a los alumnos ¿qué fue lo que se encontró? todos contestaron: papas, jícamas, rábanos o camotes. No obstante, al indicarles que no era ninguno de los anteriores respondieron “que de lo que estaban seguros es que era un tubérculo”. Esto nos indica que el alumnado tiene la noción de que todos estos vegetales mencionados comparten características similares, –aunque no saben distinguir un tubérculo de un bulbo– y sí no es un organismo entonces es el otro y así sucesivamente van descartando hasta “adivinar” a quién pertenece o esperar a

que el profesor de la respuesta correcta.

Se les explicó que estas estructuras – concepto que se aborda en Biología I en el tema de reproducción en organismos– se encontraron porque al estar en época de secas, la flor debe asegurar su permanencia en ecosistemas marcadamente estacionales como el que existe en el área de Reserva y Sendero Ecológico mediante la presencia de bulbos, que al ser subterráneos, le permiten a la planta pasar la temporada difícil del año; a esto se le conoce como resistencia y no es más que un tipo de adaptación que tienen los organismos para sobrevivir, temática abordada en Biología II y IV. Esta estructura genera tejidos nuevos y, a partir de ellos se desarrollará un tallo nuevo que se va a observar en época de lluvia; esta fue la razón por la que los bulbos extraídos se reubicaron.

La distribución de los 54 ejemplares plantados se realizó tomando en cuenta las características de cada especie, el espacio entre ellas y su relación con los diferentes microhábitats producto del relieve,

la humedad y la cantidad de luz recibida, características presentes en el área de Reserva y Sendero Ecológico.

Desde la creación del área de reserva y sendero ecológico no se había realizado una rehabilitación; profesores y alumnos no habían entrado a cada una de las 12 estaciones como ahora se hizo. La labor de los jardineros se ha enfocado a la poda de pasto. Por ello, en restauración ecológica se dice que, a mayor deterioro de un área, se deberá tener mayor grado de intervención y manejo y también más tiempo. La restauración ecológica manipula a la sucesión ecológica, proceso clave en la recuperación de un área, debido a que se imitan algunas acciones que la naturaleza hace por sí misma con la finalidad de enriquecer un lugar; la restauración las activa o acelera, interviniendo así en la capacidad regenerativa.

Algo que queda claro al estudiar la conservación y sobre todo al aplicar actividades en torno a ella, es que no se puede actuar de manera individual. Debido a la naturaleza del trabajo es indispensable que, bajo una buena organización, exista sinergia en los grupos y que se evidencie el trabajo cooperativo, logrando que algo que se aprecia como una labor titánica, se puede lograr en relativamente poco tiempo gracias al compromiso, responsabilidad, unión y amor a la naturaleza, de lo contrario, pasarían meses o años para que una sola persona finalice este tipo de labor. Esto es algo que también perciben los estudiantes y que el profesor debe promover (Figura 14).

## Agradecimientos

El artículo presentado es el producto del trabajo del Área Complementaria 2015-2016 realizado por el Seminario Siladin

“Ciencia y Tecnología Ambiental: Ecología Urbana del plantel Sur” coordinado por la Dra. en C. Irma Sofía Salinas Hernández. Agradecemos al Dr. Pedro Eloy Mendoza Hernández por la formación y capacitación brindada a los autores de este trabajo en torno a la rehabilitación ecológica. A la Biól. Ivonne Olalde quién a través del Invernadero de propagación del Jardín Botánico del Instituto de Biología apoyó con la donación de los ejemplares plantados. Al Maestro Luis Aguilar Almazán, director del Plantel Sur quien a través de la Secretaría Administrativa brindó con los recursos necesarios y personal del plantel para llevar a cabo esta actividad. Al Ing. mecánico eléctrico Víctor Hugo Salinas Hernández por la elaboración de la Figura 1 en cuanto a la delimitación del área de reserva y sendero ecológico dentro del plantel. A los cientos de alumnos y profesoras participantes en esta ardua labor.



## Conclusiones

La rehabilitación de la vegetación del área de Reserva y Sendero Ecológico fue una excelente estrategia para abordar en el aula los contenidos temáticos referentes a ecología, pérdida y conservación de la biodiversidad y los de tipo procedimental y actitudinal que envuelve dicha temática. Asimismo, con esta actividad se apoyaron contenidos temáticos que se abordan en las cuatro asignaturas de Biología, como reproducción en organismos, fotosíntesis y adaptación contribuyendo de esta manera a que el estudiante percibiera una Biología integral y no fragmentada.

Al involucrar a los alumnos en la rehabilitación de la vegetación del área de Reserva y Sendero Ecológico se fomentó el trabajo cooperativo, se promovieron valores de respeto y responsabilidad ante el ambiente y se incentivaron vocaciones científicas.

La labor de rehabilitación efectuada contribuye de manera significativa al rescate de esta zona y a la conservación de la flora nativa.

Tras esta primera rehabilitación de la vegetación es necesario monitorear los cambios que con respecto a la flora se han dado con el propósito de evaluar los resultados obtenidos. El comportamiento de la flora será un claro indicador de cómo las especies respondieron ante la rehabilitación llevada a cabo, cómo es que ésta funcionó y de ser el caso, el tiempo aproximado que se tendría que esperar para volver a intervenir el espacio natural, para lo cual es necesario esperar a que finalice la siguiente estación de lluvias, motivo de una subsecuente investigación.

## Bibliografía

1. Clewell, A., Rieger, J., y J. Munro (2000), *A Society for Ecological Restoration publications. Guidelines for developing and managing ecological restoration projects*. Disponible en: [www.ser.org](http://www.ser.org).
2. Cruz, R., García, S., Garduño, C., Salinas, I. y M. Téllez (2014), *Vista al sendero ecológico: Guía para el profesor. Temporadas de secas (nov-may) y lluvias (mayo-octubre)*. CCH, Plantel Sur, UNAM.
3. De la Garza L. de L., M. (2012), Introducción a la restauración. En: Téllez V, M.A.A. (com. y ed.) *Conservación de orquídeas en México*. UNAM. 255-261 pp.
4. Garduño, C., García, S., Salinas, I., Corona, A. y A. Catalán (2009), Importancia del uso del sendero ecológico interpretativo del Plantel Sur del CCH para promover la investigación de campo escolar y reforzar los conocimientos vistos en el aula. *Memorias del 10º Simposio de Estrategias Didácticas en el Aula*, 126-132. CCH-Sur.
5. Jaén, M. y E. Palop (2011), ¿Qué piensan y cómo dicen que actúan los alumnos y profesores de un centro de educación secundaria sobre la gestión del agua, la energía y los residuos? *Enseñanza de las ciencias*, 29 (1): 61-74.
6. Jaén, M., Esteve, P., y P. Moreno (2014), Indagar sobre la pérdida de biodiversidad desde el consumo alimentario ciudadano. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 78: 43-50.
7. Mendoza, P. y Z. Cano (2009), Elementos para la restauración ecológica de pedregales: la rehabilitación de áreas verdes de la Facultad de Ciencias en Ciudad Universitaria, en: A. Lot y Z. Cano-Santana (Eds.) *Biodiversidad del Pedregal de San Ángel*. UNAM, Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel y Coordinación de la Investigación Científica, México. pp. 523-532.
8. Rovere E. A. (2008), Ensayo de restauración con *Austrocedrus chilensis* (Cupressaceae) en Patagonia, Argentina, en: González-Espinoza, M., Rey-Beneyas J.M. y Ramírez-Marcial N. (eds.) *Restauración de bosques en América Latina*. Mundi Prensa. México. 2-16 pp.
9. Salinas-Hernández, I.S. (Coord). Seminario Siladin. Ciencia y Tecnología Ambiental: Ecología Urbana (2016), *Informe de Trabajo del Área Complementaria. Actividades de formación de profesores para el uso y conservación del Área de Reserva y sendero ecológico del CCH plantel Sur* (2da. Etapa). Periodo 2015-2016. CCH-Sur, UNAM.
10. SER. (2004), Grupo de trabajo sobre Ciencia y política. *Principios de SER Internacional sobre la Restauración Ecológica*. Society for Ecological Restoration International. 14 p.

# La relación entre la potencia eléctrica de una bombilla y el consumo de energía

FÍSICA

*Autoras*

**Mireya Monroy Carreño**

*mireya.monroy@cch.unam.mx*

**Patricia Monroy Carreño**

**Plantel Vallejo**

## Resumen

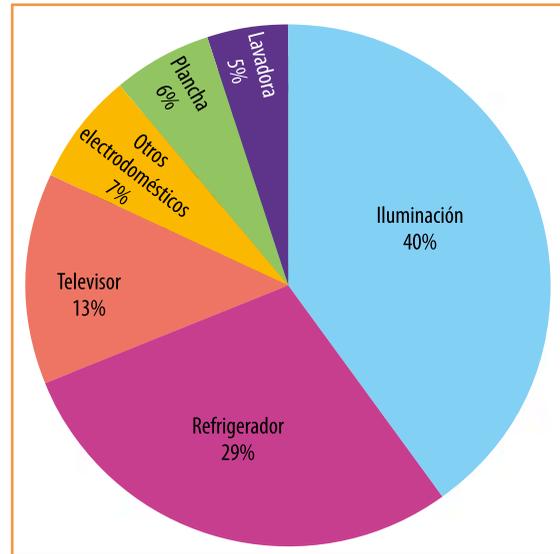
Este estudio corresponde a una experiencia didáctica efectuada en los laboratorios curriculares plantel Vallejo del CCH con estudiantes de la asignatura de Física IV, la cual consistió en el análisis comparativo de la potencia eléctrica con respecto a cuatro tipos de bombillas eléctricas con la finalidad de que los estudiantes comprendan que parámetro se modifica con respecto a la potencia de los focos; produciendo así un ahorro de energía, para ello se realizó el armado de un circuito eléctrico de tal forma que se determinará el voltaje y la intensidad de corriente eléctrica obteniendo como resultado el cambio de una de estas variables y con ello concientizar a los estudiantes en el uso de focos ahorradores en sus hogares.

 **Palabras clave:** Potencia eléctrica, Consumo de energía, Voltaje, Intensidad de corriente eléctrica, Bombilla eléctrica

## Introducción

En los hogares, en los comercios y en los sitios de trabajo se requiere luz para desempeñar todas las actividades cotidianas y aunque la iluminación adecuada es la proporcionada por el sol no se puede contar con ella las 24 horas por lo que se necesita hacer uso de fuentes de luz artificial (Galicia, Arroyo & Jiménez, 2013), por ello desde que Thomas Alva Edison consiguió el primer filamento el 21 de octubre de 1879 que tenía una duración incandescente de 40 horas y únicamente 10 voltios (Pura, 2004), se inició la comercialización de la bombilla eléctrica que ha evolucionado a partir de los avances tecnológicos que han permitido incrementar la vida útil y su eficiencia.

Sobre la base de las consideraciones anteriores, hoy en día en el mercado se encuentra un amplio catálogo de dispositivos que producen iluminación artificial desde las lámparas incandescentes que transforman la energía eléctrica en energía radiante, por medio del calentamiento de un filamento a altas temperaturas o los equipos que utilizan el fenómeno de luminiscencia y electroluminiscencia (Moreno, Sosa & Gudiño, 2016) sin embargo, en la mayoría de los casos deben ser alimentadas por la energía eléctrica que es generada principalmente a partir de los combustibles fósiles los cuáles emiten CO<sub>2</sub> (Dióxido de Carbono) al medio ambiente contribuyendo al calentamiento global. En México 80 por ciento de la energía eléctrica es producida a través del uso de los combustibles fósiles (Santaló, 2008).



 **Figura 1.** Porcentaje de consumo de electricidad en los hogares  
Fuente: DGEC con datos de la CONAE

Dadas las condiciones que anteceden una de las preocupaciones que se tiene a nivel mundial, es disminuir el alto consumo de energía eléctrica y con ello reducir la quema de combustibles fósiles como el petróleo, el carbón y el gas natural, por lo tanto se han propuesto una serie de líneas de acción entre las que se destacan el cambio de los focos incandescentes por lámparas ahorradoras de energía ya que de acuerdo al Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE, 2018) se puede reducir al menos 75 por ciento del gasto energético de una bombilla incandescente; ya que en promedio en un hogar se emplean entre dos a 10 focos (Cruz & Durán, 2015). Además, que 40 por ciento del consumo de

electricidad en los hogares es en su iluminación (Ver Figura 1).

## ¿Por qué utilizar lámparas ahorradoras de energía?

Una lámpara ahorradora de energía es aquella que a partir de los avances tecnológicos ha logrado mejorar aspectos como su vida útil, su eficiencia, disminución en su gasto energético y la disipación del calor al medio ambiente es casi nula comparada a un foco incandescente. Actualmente en el mercado existen diversos ejemplares de estos dispositivos, pero para efectos de este estudio se revisarán los más empleados (Ver Tabla 1).

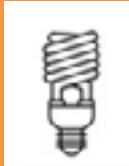
Tabla 1. Características de las bombillas eléctricas  
Fuente: Adaptado de Galicia, Arroyo & Jiménez (2013)

Tipo de foco	Características
Diodo Emisor de Luz (LED)	<p>Vida útil: 50,000 horas                      Ahorro de energía: 80 por ciento menos que un foco incandescente.                      Impacto al medio ambiente: Son las más amigables con el medio ambiente al no emitir demasiado dióxido de carbono y por no contener mercurio ni tungsteno.</p>
	<p>Vida útil: 6,000-10,000 horas                      Ahorro de energía: un 80 por ciento menos que un foco incandescente.                      Impacto al medio ambiente: Alto, debido a que emplea mercurio.</p>
	<p>Vida útil: 2,000 horas                      Ahorro de energía: Un tercio menos que un foco incandescente.                      Impacto al medio ambiente: Bajo</p>
	<p>Este tipo de bombilla es la que consume mayor cantidad de energía eléctrica y es un dispositivo que esta en desuso debido a que únicamente el 15 por ciento del consumo total de energía se transforma en luz el resto en calor.                      Vida útil: Aproximadamente 1,000 horas.</p>

Con relación a la información de la Tabla 2, existe otro parámetro para comparar los tipos de focos que es la potencia eléctrica con la que trabajan; por lo cual se consideró el flujo luminoso de un foco incandes-

cente de 100 W que es aproximadamente entre 1600 a 1800 lúmenes, es decir, que es la potencia eléctrica equivalente que necesita cada bombilla para iluminar igual que un foco incandescente (Ver Tabla 3).

Tabla 3. Consumo aproximado de watts por tipo de bombilla  
Fuente: Elaboración propia

Tipo de foco	LED	Fluorescente	Halógena	Incandescente
				
Potencia eléctrica (Watts)	10-15 W	23 W	72 W	100 W

\*Nota: el parámetro de comparación utilizado fue el flujo luminoso de 1600 a 1800 lúmenes.

En relación con este último la potencia eléctrica se define como la rapidez para realizar un trabajo o también se interpreta como la cantidad de energía eléctrica que consume un dispositivo eléctrico en un segundo. La potencia eléctrica depende del voltaje y la intensidad de corriente eléctrica (Ver ecuación 1).

Asimismo, se debe considerar que el consumo de la energía eléctrica de una bombilla no necesariamente en su totalidad se transforma en luz visible como se muestra en la Figura 2.

Hechas las consideraciones anteriores, la problemática que se desea abordar en este trabajo es que en la mayoría de los estudios indican que si se eligen dispositivos con una baja potencia eléctrica disminuye el consumo, pero no se da mayor explicación porque sucede, generando desinformación al respecto.

### Ecuación 1

$$P = (I) (V)$$

Donde:

**P= Potencia eléctrica (Watts)**

**I=Intensidad de corriente eléctrica (Ampere)**

**V=Voltaje (Volts)**



 **Figura 2.** Representación de la transformación de la potencia eléctrica consumida

Con relación a las consideraciones que anteceden, el objetivo de esta experiencia didáctica es que los alumnos de Física IV comprendan que parámetro se modifica con respecto a la potencia de las bombillas produciendo así un ahorro de energía.

## Metodología

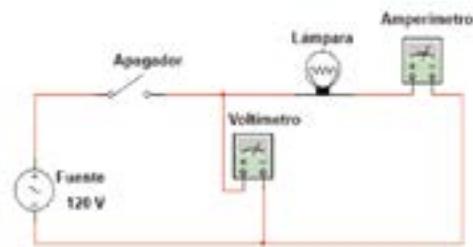
Este estudio es de carácter explicativo cuya finalidad es medir los parámetros del voltaje e intensidad de corriente en un circuito eléctrico y con ello entender la causa de la disminución del gasto energético de un foco por su potencia eléctrica, para ello se utilizaron los siguientes materiales en el desarrollo de esta estrategia didáctica:

- Cables AWG 12 con entradas banana y caimanes
- Dos multímetros digitales modelo GDM356
- Un socket tipo base
- Tres focos LED de 12 W Modelo 8120 de la marca *Mayrik*
- Tres focos fluorescente *twister* de 23W marca *Phillips*
- Tres focos halógeno de 72W modelo *Ecovantage* marca *Phillips*
- Tres focos incandescente de 100w marca *Chiyoda* modelo PS-55

- Un apagador sencillo
- Una clavija de 10 A de uso común

## Desarrollo

El alumno realiza el armado del circuito eléctrico que se muestra en la Figura 3, para realizar las mediciones correspondientes de Voltaje (V) e Intensidad de corriente eléctrica (I) para cada bombilla.



 **Figura 3.** Circuito eléctrico para la medición del Voltaje e Intensidad de corriente eléctrica

Asimismo, se debe considerar que un multímetro se conecta en paralelo utilizando cables con terminales banana y caimanes para efectuar la medición de voltaje (voltímetro) y el segundo multímetro se conecta en serie para realizar la medición de la intensidad de corriente eléctrica



Figura 4. Circuito eléctrico conectando en paralelo el multímetro que mide el voltaje y en serie el multímetro que mide la intensidad de corriente

(Amperímetro) (Figura 4), además en el circuito se incorpora un apagador como medida de seguridad para realizar los cambios de los focos y así evitar algún tipo de accidente.

Los focos fueron elegidos a partir de su tabla de equivalencias de la potencia eléctrica (Ver Tabla 3), es decir que cada una de estas bombillas iluminan igual que un foco incandescente de 100W.

## Resultados

Las estudiantes repitieron tres veces las mediciones para cada tipo de foco con el objetivo de tener resultados precisos y lo más cercano a la realidad obteniendo así la Tabla 3, la cual muestra los valores promedios determinados por bombilla. Además, para realizar el cálculo de la potencia eléctrica los alumnos utilizaron la ecuación 1.

Tabla 3. Consumo promedio de voltaje e intensidad de corriente por tipo de bombilla. Fuente: Elaboración propia

Tipos de focos	LED	Fluorescente	Halógeno	Incandescente
Medidas				
Voltaje (Volts)	130	129	128	128.5
Intensidad de Corriente eléctrica (Ampere)	0.09	0.19	0.62	0.85
Potencia eléctrica (Watts)	11.17	24.51	74.36	109.22

Con relación a la información anterior se procedió a comparar la potencia eléctrica consumida de cada bombilla a partir de la ecuación 2 considerando intervalos

de una hora y como tiempo máximo de 8 horas debido a que es el tiempo promedio que se tiene encendido un foco en un hogar (Ver Figura 5).

## Ecuación 2

$$\text{Potencia eléctrica consumida} = (P)(T)$$

Donde:

**P= Potencia eléctrica  
(Kilowatts)**

**T= Tiempo de uso  
(Horas)**

### Análisis de los resultados

Con relación a los resultados expresados en la Tabla 3 se puede analizar que el vol-

taje para cada una de las bombillas es relativamente el mismo oscilando entre 128 V a 130 V por lo que se puede considerar que la variación es mínima y por lo cual no es el parámetro determinante para el ahorro de energía, pero sí se observa la variable de la intensidad de corriente eléctrica para cada foco está si es significativamente diferente.

De los anteriores planteamientos se deduce que si se compara la relación de la intensidad de corriente con respecto al foco LED, un foco fluorescente consume aproximadamente el doble, el foco de tipo halógeno es casi siete veces mayor y el incandescente consume nueve veces más; entonces esto significa que el parámetro que cambia con respecto a la potencia eléctrica de los focos es la intensidad de corriente eléctrica la cual se define como la cantidad de carga eléctrica que circula por un circuito eléctrico por unidad de tiempo.

Finalmente, al observar el cambio de la intensidad de corriente eléctrica para cada bombilla se puede deducir porque se incre-



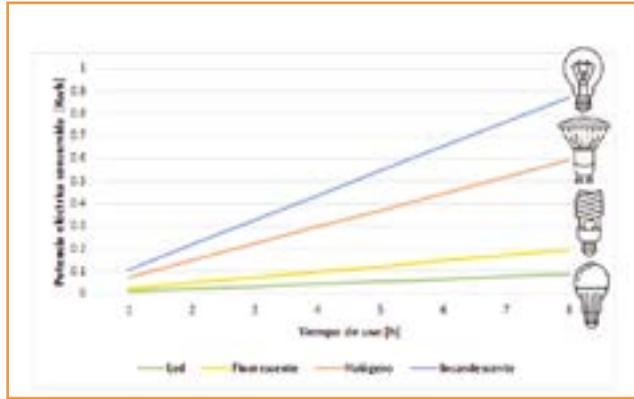


Figura 5. Análisis comparativo de la potencia eléctrica por hora de consumo para cada bombilla eléctrica

menta la potencia eléctrica y así el consumo de la energía eléctrica; como se representa en la Figura 5, donde el foco con mayor gasto energético es el que obtuvo mayor valor en la intensidad de corriente eléctrica que es el foco incandescente.

## Conclusiones

Debe considerarse que los focos de bajo consumo no son sinónimo de baja intensidad luminosa, por ello se utilizó una tabla de equivalencias de *watts* para elegir focos que iluminan igual que una bombilla incandescente de 100 *watts*, se encontró que la intensidad de corriente eléctrica es la responsable del incremento o la disminución de la potencia eléctrica y con ello en el ahorro o gasto de energía.

Esta estrategia didáctica permitió a los estudiantes analizar la dependencia que tiene la potencia eléctrica de los conceptos de voltaje e intensidad de corriente y que pudieran comprender la importancia de elegir focos ahorradores para la iluminación de sus hogares y con ello se refle-

je en una disminución de su consumo de energía, así como en el cuidado del medio ambiente.

## Bibliografía

1. Cruz, G. & Durán, M. A. (2015). *El consumo de energía eléctrica en los hogares de México por nivel de ingresos, 2012*. 10 (31), 43-56. Recuperado de: <http://tiempo-economico.azc.uam.mx/wp-content/uploads/2017/08/31te3.pdf>
2. FIDE (2018). *Ahorra energía eléctrica en el hogar*. Recuperado de [http://www.fide.org.mx/wp-content/uploads/2018/05/ahorra\\_hogar\\_opt.pdf](http://www.fide.org.mx/wp-content/uploads/2018/05/ahorra_hogar_opt.pdf)
3. Galicia, P., Arroyo, R. & Jiménez, R.V. (2013). *Guía para una eficiente iluminación doméstica*. Instituto Politécnico Nacional.
4. Moreno, L.S.; Sosa, J. & Gudiño, J. (2016). *Análisis técnico-económico de las ventajas y desventajas de las lámparas incandescentes y las lámparas fluorescentes compactas*. *Ciencia e Ingeniería*, 37 (3). Recuperado de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/5075/507551271009/html/index.html>
5. Pura, R. (2004) *Breve historia de la electricidad*. *Técnica Industrial Especial Electricidad y Electrónica*. Recuperado el 26 de enero del 2019 de <http://www.tecnica-industrial.es/tiadmin/numeros/15/04/a04.pdf>
6. Santaló, J. M. G. (2008). *La generación eléctrica a partir de combustibles fósiles*. Outlook, 1.



FÍSICA

# Estudio de rebotes de una pelota

Experiencia didáctica extracurricular  
utilizando metodología científica

*Autores*

Manuel Velasco Juan  
*m@ciencias.unam.mx*  
Plantel Oriente

Alma Mireya Arrieta Castañeda  
Javier Ramos Salamanca  
Facultad de Ciencias/Universidad Autónoma  
Metropolitana, Unidad Iztapalapa

## Resumen

**E**n este trabajo se presenta el estudio de los rebotes de una pelota desarrollado extracurricularmente por alumnos del CCH Oriente en una estancia en un Laboratorio Asistido por Computadora (LAC), utilizando la estrategia didáctica de Retos, Ramos *et al.* (2011). Su objetivo es mostrar cómo la estrategia genera en los alumnos el aprendizaje: “Aplicará la metodología científica en la comprensión y resolución de problemas mecánicos de su entorno” que se encuentra dentro de los propósitos generales de la unidad dos del programa de Física I del CCH.

El resultado de esta estrategia es satisfactorio pues los alumnos han podido llevar a cabo un estudio completo de los rebotes de una pelota, obteniendo un modelo matemático que describe uno a uno los rebotes consecutivos de una pelota, calculando incluso el coeficiente de restitución de la misma. Se presenta la secuencia de la investigación, mostrando los pasos de la estrategia de Retos, hasta exponer el grado de satisfacción que tienen los alumnos con los resultados que obtuvieron.

Evidenciamos que sí es posible para los jóvenes del bachillerato, resolver y comprender problemas de nuestro entorno utilizando la metodología científica que se tiene en este nivel. Además consideramos que permite a los alumnos tener un acercamiento al trabajo de los investigadores.

 **Palabras clave:** Videgrabación, retos, modelado, cinemática, rebotes.

## Introducción

La enseñanza tradicional de la mecánica clásica genera en los alumnos desinterés

y tedio ya que, generalmente, esta enseñanza es completamente teórica y está orientada a la memorización y al uso mecánico y rutinario de los modelos matemáticos asociados al fenómeno. En muy pocas ocasiones se incluye alguna estrategia que desarrolle en los alumnos la mejor comprensión de los modelos y su uso en situaciones reales.

En un laboratorio convencional de física resulta muy complicado medir con precisión los tiempos y posiciones en todos los instantes, cuando el movimiento que se pretende estudiar es muy rápido como por ejemplo en caída libre, resulta casi imposible tomar más de tres datos en un par de segundos. Hoy en día, los avances tecnológicos permiten incorporar en la enseñanza y el aprendizaje de la física, herramientas de medición y análisis más precisas. Una herramienta muy útil es la videgrabación a alta velocidad (Pérez Vega *et al.*, 2010), un recurso que los apoya en la investigación, experimentación y seguimiento de los fenómenos en los laboratorios. Consiste en reproducir el mismo fenómeno o experimento varias veces en las mismas condiciones y que permite que los alumnos desarrollen un trabajo de tipo empírico. Para analizar de la videgrabación con el objetivo de obtener los modelos matemáticos se debe utilizar el software de análisis (*Modellus X*, *Videotracker*, *LoggerPro*, por mencionar algunos).

En este trabajo se muestran los resultados obtenidos por un equipo de alumnos que realizaron un proyecto extracurricular en la 20ª Estancia LAC, aplicaron la metodología de Retos, en donde el reto consistió en determinar cómo decaen las alturas máximas de una pelota rebote tras rebote

y realizaron una simulación de los rebotes con el software *Modellus X*, donde se valida la condición experimental.

## Metodología

Aprendizaje de la física a través de la solución de Retos

Una metodología didáctica empleada por profesores del grupo LAC del plantel Oriente es el “Aprendizaje de la física a través de la solución de Retos”, donde se propone a los alumnos una problemática abierta a resolver, de la que no sabe la solución y no puede encontrar la respuesta de modo inmediato; en la que deben utilizar sus conocimientos y ser creativos, generar la metodología a seguir para obtener la respuesta al reto y darse cuenta de la necesidad de obtener más datos. También, ha mostrado que ayuda al alumno a ampliar habilidades y desarrollar técnicas que le permitan obtener información más completa de las situaciones que se le presentan, ampliando su marco conceptual y metodológico dentro de la Física, siguiendo un esquema general que le permite aplicarlo a diferentes situaciones y lograr un aprendizaje real.

Cuando los alumnos han seleccionado un reto, cada equipo debe seguir la metodología propuesta por Ramos *et al.* (2012) que consta de los siguientes rubros:

- a) Entender el reto,
- b) Concebir un plan,
- c) Ejecutar el plan,
- d) Visión retrospectiva.

En la estancia, se pidió a los alumnos videografiar el comportamiento de un objeto

en movimiento y analizarlo. Este equipo seleccionó analizar las alturas máximas que alcanza una pelota rebotando en el suelo.

En el punto a) *Entender el reto*, los alumnos plantearon el siguiente comportamiento de los rebotes: *En cada rebote, la pelota pierde la mitad de su altura respecto a la altura del rebote anterior...*

De los puntos b) y c) *Concebir y ejecutar un plan* los alumnos propusieron la siguiente secuencia para realizar la descripción del movimiento: videografiar el experimento a alta velocidad (240 cps) posteriormente, insertar el video en el *software Logger Pro* y realizar su análisis. La secuencia del pro-



Figura 1. Video de los rebotes

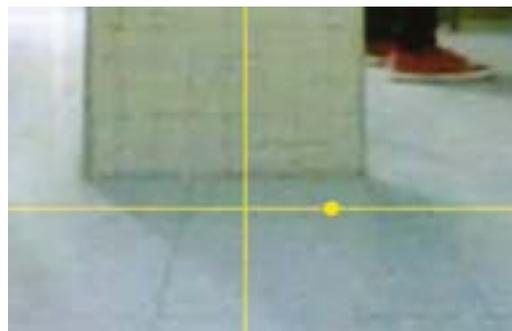


Figura 2. Origen del sistema de referencia



Figura 3. Localización de los puntos de la trayectoria de la pelota

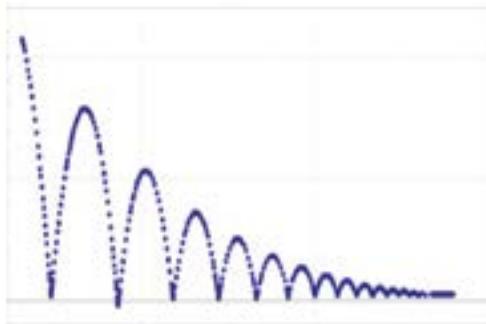


Figura 4. Gráfica de posición de la pelota contra tiempo

ceso seguido por los alumnos se muestra en la figuras 1 a 4.

Cabe mencionar que durante la estancia, se enseña a los alumnos a analizar un video con *LoggerPro*, insertar la escala de referencia de tiempo y posición del experimento, así como la selección del número de fotografías con las que puede realizar la gráfica de trayectoria, en este caso, la altura inicial de la pelota fue de 1.20 m y

se seleccionó determinar la posición de la pelota cada 5 cuadros.

### Resultados del trabajo experimental de los alumnos

De la gráfica de posición contra tiempo, se localizó la posición de la altura máxima de cada rebote. Posteriormente, se graficó la posición de cada altura en función del tiempo mostrada en la figura 5, se realizó la indagación de ecuaciones de ajuste. La

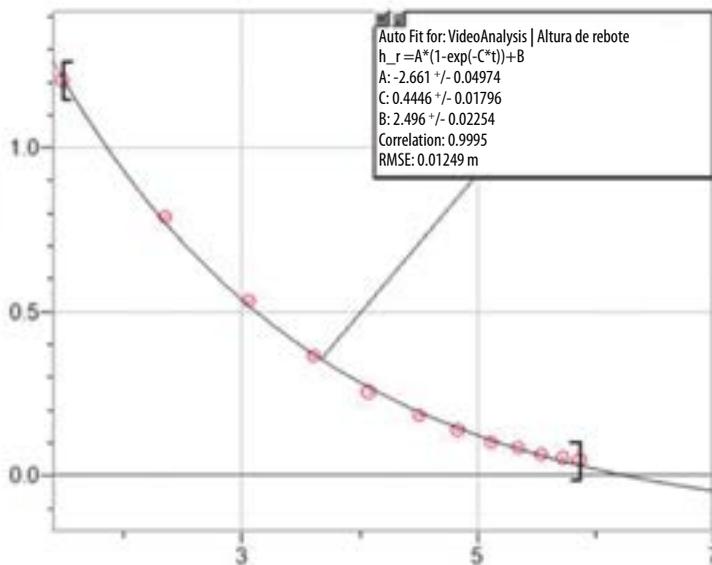


Figura 5. Gráfica altura del rebote contra el tiempo

mejor ecuación de ajuste fue una exponencial, pero observaron que después de cierto tiempo rebotaba a alturas negativas, así que, los alumnos decidieron realizar un cambio de variable.

Se generaron dos nuevas columnas, una del número de rebote ( $n$ ) y otra de la altura en el rebote  $n$  y se graficó. Se trazó la curva

N_r (n)	Altura de rebote (m)
0	1.20410
1	0.78650
2	0.53161
3	0.36307
4	0.25338
5	0.18116
6	0.13568
7	0.10091
8	0.08218
9	0.06346
10	0.05275
11	0.04473

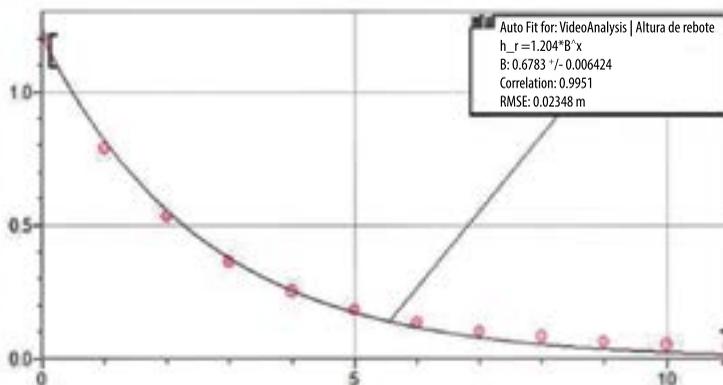


Figura 6. Gráfica de altura contra número de rebote

de ajuste, como se muestra en la figura 6, esta ecuación de ajuste les pareció más correcta, con la ventaja de ser independiente del tiempo:

$$\text{altura del rebote} = A * e^{-B * \text{número de rebote}}$$

El valor del coeficiente A es el valor de

la altura inicial del rebote 0:  $A = 1.204 \text{ m}$ , de modo que  $y_n = y_0 e^{-kn}$ .

### La animación en Modellus

Se empleó el software *Modellus X* para la simulación obtenida, a partir de las ecuaciones de la cinemática de la sección solución teórica.

Se tomaron las siguientes consideraciones para que los valores del parámetro

velocidad inicial cambie en tiempos específicos:

$t_0 = 0$  es el tiempo inicial donde se suelta la pelota,  $t_1$  es el tiempo que tardó la pelota en dar su primer rebote,  $t_2$  es el tiempo en que la pelota tardó en dar el siguiente rebote, y así sucesivamente hasta  $t_{20'}$ , esto se puede observar en la figura 7. Después de rebotar, la pelota adquiere una velocidad positiva,



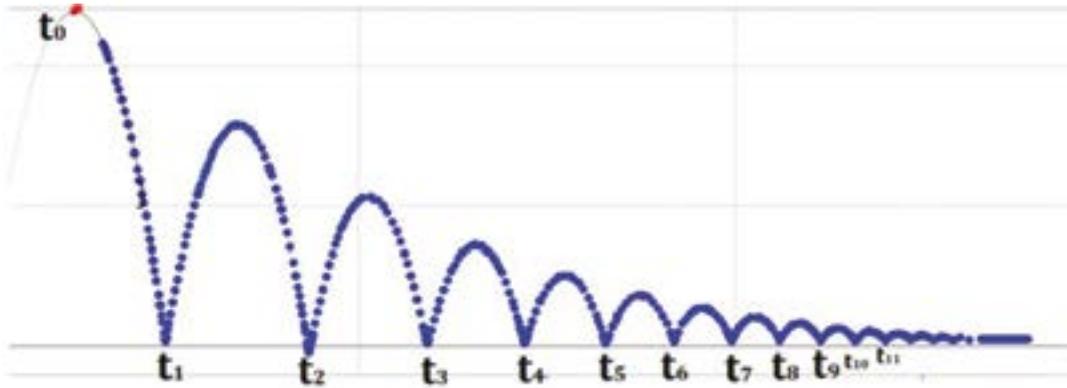


Figura 7. Descripción de la secuencia de tiempos a utilizar en la simulación.

que antes del choque es negativa además, la velocidad disminuye en cada rebote:

Se realizó la investigación teórica con la finalidad de encontrar las ecuaciones de cinemática que se utilizaron en la simulación.

### Solución teórica

Es bien sabido que las ecuaciones de la cinemática que describen el movimiento de una partícula cuya aceleración  $a$  es constante son:

$$r(t) = r_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2, \quad (1)$$

$$v(t) = v_0 + a t, \quad (2)$$

$$v(t)^2 = v_0^2 + 2 a r. \quad (3)$$

siendo  $r(t)$ , la posición de la partícula; al tiempo  $t$  y  $v(t)$  su velocidad, mientras que  $r_0$  y  $v_0$  son la posición y velocidad inicial de la partícula.

En caída libre tenemos que  $r = y$ , es decir, el desplazamiento se lleva a cabo en dirección vertical,  $v_0 = 0$  por ser caída libre, y el valor de la gravedad es  $a = -g = -9.81 \text{ m/s}^2$ ,

con signo negativo debido a que va hacia abajo.

Suponiendo que el movimiento inicia a una altura no muy elevada, para que la fricción debida al aire sea despreciable y la única fuerza presente sea la gravedad. La ecuación (1) simplificada describe este movimiento:

$$y = y_0 + \frac{1}{2} a t^2, \quad (4)$$

Al estudiar este experimento en un sistema conservativo, esperamos que después del rebote, la pelota vuelva a alcanzar su altura inicial, sin embargo al realizar el experimento se observa que no es así.

Estamos en presencia de una pérdida de energía debido a la interacción de la pelota con el suelo y, por lo tanto, el sistema ya no es conservativo, es decir, el fenómeno ya no se puede explicar desde el punto de vista de la cinemática, por lo tanto, es necesario realizar un análisis que involucre la dinámica del experimento. Por ejemplo se podría hacer un estudio en el cuál se considere el choque de la pelota con el suelo,

y de cómo se disipa la energía después de la colisión.

En ésta solución, realizamos una descripción completa del fenómeno sin introducir la dinámica del choque, esto es posible debido a que la cinemática sí funciona, antes y después del impacto.

Primero observamos la disminución de las alturas conforme la pelota va rebotando, para ello grabamos y realizamos una gráfica de altura máxima vs número de rebote, enseguida realizamos un ajuste de la curva obtenida y encontramos la siguiente relación:

$$y_n = y_0 e^{-kn} \quad (5)$$

siendo  $y_n$  la mayor altura del enésimo rebote. Veamos que la notación es consistente pues en el rebote, la altura máxima es justamente la condición inicial  $y_0$ . Se puede decir que el valor de  $k$  en (5) contiene la información de la pelota, y si cambiamos de pelota cambiará también el valor de  $k$ .

La ecuación (5), nos permite estudiar el movimiento completo sin necesidad de introducir la dinámica. Ya habíamos dicho que el desplazamiento antes del rebote está bien descrito por (4), sin embargo, la situación cambia después del rebote, en la cual se tiene un tiro vertical, y por lo tanto, su ecuación de movimiento debe de ser:

$$y = v_{0n} t + \frac{1}{2} a t^2, \quad (6)$$

donde  $v_{0n}$  es la velocidad inicial del enésimo rebote.

La única cantidad desconocida en la ecuación (6) es  $v_{0n}$ . Es decir, si pudiéramos determinar la velocidad inicial del enésimo rebote todos los rebotes podrían estar des-

critos, pues la cinemática se aplica bien en todos los tramos que no incluyen al rebote.

Utilizamos la ecuación (3) en el punto máximo ( $r=y_{0n}$  y  $v=0$ ):

$$0 = v_{0n}^2 + 2 a y_{0n} \quad (7)$$

y sustituyendo el valor de  $y_{0n}$  de (5):

$$v_{0n} = \sqrt{-2 a y_0 e^{-kn}} \quad (8)$$

La posición de la pelota al tiempo  $t$  después de ser soltada, puede ser descrita como una función definida en secciones:

$$y(t) = y_0 + \frac{1}{2} a t^2, \quad t \in [0, t_1]$$

$$y(t) = v_{01} (t-t_1) + \frac{1}{2} a (t-t_1)^2, \quad t \in [t_1, t_2] \quad (9)$$

$$y(t) = v_{0n} (t-t_n) + \frac{1}{2} a (t-t_n)^2, \quad t \in [t_n, t_{n+1}]$$

siendo  $t_n$  el instante de tiempo en el cual ocurre el enésimo rebote.

El tiempo  $t_n$ , es un punto común entre el rebote anterior  $n-1$  y el rebote siguiente  $n$ , pues  $t_{n-1}$  representa el tiempo en que termina un rebote y  $t_n$  es el tiempo en que inicia el siguiente rebote, por lo tanto la posición debe ser igual justamente en  $t=t_n$ , aquí suponemos que el tiempo de duración del rebote es muy corto comparado con el tiempo de caída de la pelota:



$$v_{0(n-1)} (t_n - t_n)^2 + \frac{1}{2} a (t_n - t_{n-1})^2 = v_{0n} (t_n - t_n)^2 + \frac{1}{2} a (t_n - t_n)^2 = 0 \quad (10)$$

de donde:

$$t_n = -\frac{2}{a} v_{0(n-1)} + t_{n-1} \quad (4)$$

lo cual permite encontrar los instantes de tiempo en los cuales ocurren los rebotes de forma iterativa, sin embargo, esta fórmula sólo es válida a partir de  $n = 2$  pues el segundo rebote es el primero que tiene un rebote antes que él.

Para  $t_1$  usamos la ecuación (4). Antes de que ocurra el primer rebote, el tiempo que tarda en caer la pelota es:

$$t_1 = \sqrt{-2y_0/a} \quad (4)$$

Es decir, la descripción de los rebotes se muestra en la ecuación (9) donde las

velocidades iniciales de cada rebote están dadas por la ecuación (8) y los tiempos en que ocurren los rebotes por las ecuaciones (11) y (12). Notemos que en esta descripción sólo es necesario conocer el valor de  $y_0$  que es la altura a la cual se suelta la pelota, y el valor de  $k$  el cual es propio de la pelota.

El movimiento de la pelota se describe con la secuencia de ecuaciones (9), donde  $a = -9.81 \text{ m/s}^2$  y los demás parámetros cambian en cada rebote.

Se introdujo esta secuencia de ecuaciones de movimiento y los parámetros iniciales en la aplicación *Modellus* y se obtuvo la simulación. Se muestran las imágenes de la simulación en las figuras 8 y 9.

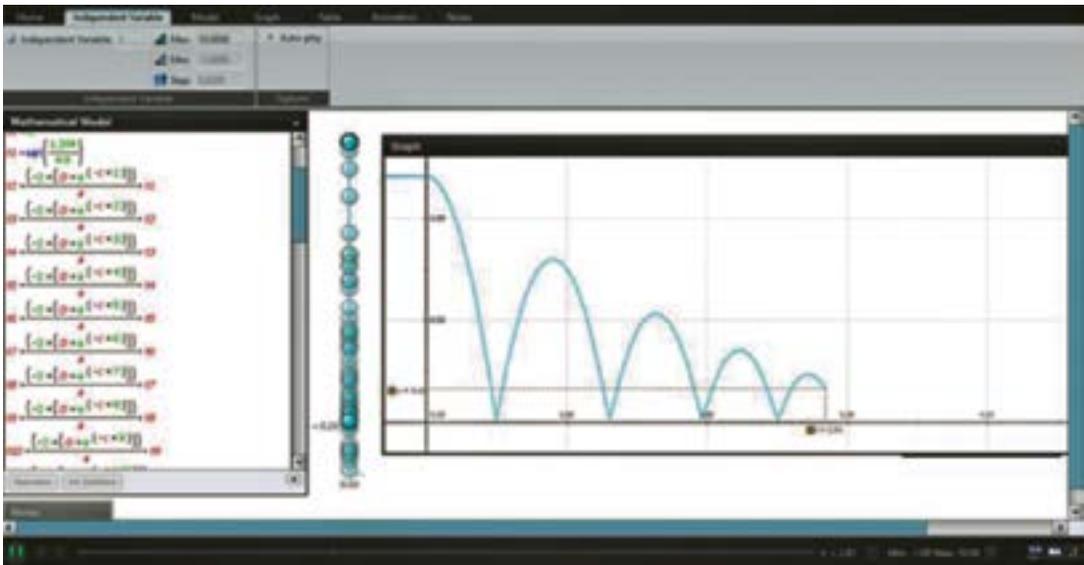


Figura 8. Simulación de rebotes y gráfica de posición contra tiempo

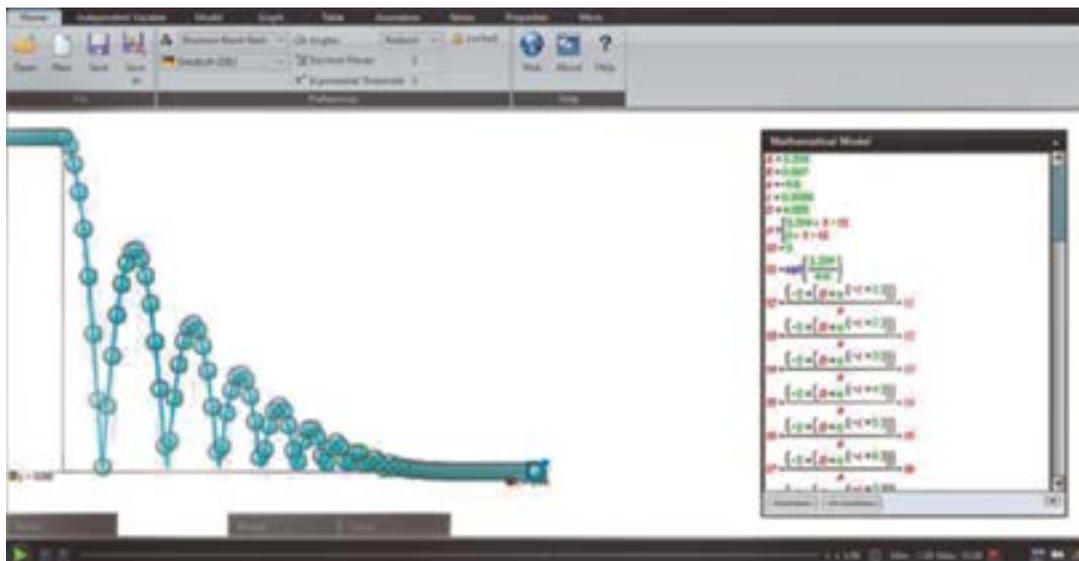


Figura 9. Simulación de rebotes contra el tiempo.

La simulación de la Figura 9 permitió a los alumnos comparar con la gráfica obtenida directamente del experimento video-grabado de las posiciones de la pelota en función del tiempo.

### Discusión y conclusiones de los alumnos

Esta sección es parte del punto *d) Visión retrospectiva* y decidimos escribir textualmente las opiniones de los alumnos, para comentarlas en la discusión de este trabajo.

“A lo largo de este reto se presentaron varias dificultades, las cuales pudimos solucionar gracias a la Estancia LAC y al apoyo del equipo que el laboratorio posee y de los profesores.”

“En principio, nos propusimos este reto para ver las alturas máximas de los rebotes de una pelota y cómo decaía la altura. Posteriormente nos planteamos la idea de desarrollar más el problema para que hubiera una mejor comprensión de éste, realizamos la simulación del rebote en *Modellus*, aunque al principio se presentaron algunas complicaciones con la modelación de la animación, ya que, parecía algo muy complicado, pudimos resolverlo y obtener una simulación precisa de cómo es que la pelota rebota”.



“Con relación a la altura máxima de una pelota, observamos que cada vez era menor, pues el porcentaje alcanzado por el rebote respecto a la altura alcanzada por el rebote anterior era casi constante. Esta parte no es muy concluyente ya que la pelota comenzó a rebotar ‘atrás y adelante’, esta puede ser la razón de que el porcentaje alcanzado por el rebote respecto a la altura alcanzada por el rebote anterior no era constante en todos los casos. También observamos que rebote a rebote, la energía mecánica iba disminuyendo a causa del choque contra el suelo”.

“Como conclusión final, podemos decir que gracias a la Estancia LAC, pudimos resolver el problema que nos planteamos y a diferencia de una clase normal de Física, donde a veces no se logra profundizar un fenómeno, pudimos analizar con más detalle el problema. Encontramos otras problemáticas, sin embargo, fuimos capaces de resolverlas para comprender el fenómeno de manera más general, observando y analizando los hechos de forma presencial”.

## Resultados

Para presentar los resultados obtenidos en este trabajo, los hemos clasificado en dos tipos, el primero, corresponde a los obtenidos por los alumnos, y por otro lado, los obtenidos con la estrategia.

### I. Resultados de los alumnos:

- Reporte escrito con la explicación detallada del fenómeno: rebotes consecutivos de una pelota.
- Presentación parcial del trabajo en un cartel expuesto en la explanada principal del CCH Oriente.
- Presentación del trabajo completo en el *XXVI Concurso universitario, Feria de las ciencias, la tecnología y la innovación*.

### II. Resultados de la estrategia:

- La metodología basada en Retos que se utiliza en las estancias LAC, permite a los alumnos realizar un proyecto con base en el método científico, pero sin utilizarlo como una receta preestablecida, sino más bien como una guía para resolver el problema planteado. Los alumnos tuvieron que encontrar las mejores condiciones para la video-grabación, realizaron varios intentos hasta lograr que la pelota rebotara casi en el mismo sitio (20 cm de desplazamiento como se observa en la Figura 3), realizaron varios intentos en el ajuste a su curva de alturas contra tiempo hasta que el resultado del ajuste tuviera sentido físico, pero, ante las dificultades que se presentan en la simulación decidieron realizar el cambio de variable y, finalmente, lograron realizar la simulación de forma similar a como la realiza un investigador.

- Permitted tanto al profesor como a los alumnos, estudiar y verificar un concepto complicado: “coeficiente de restitución”, el cual, es importante debido a que muestra de forma vivencial las condiciones reales que se tienen en los problemas planteados en un libro de texto y que no siempre se pueden alcanzar.
- Permitted tanto al profesor como al alumno mostrar que se puede hacer teoría a partir de situaciones experimentales, que aunque en la realidad no se tienen las condiciones ideales que se describen en un libro de texto, la física estudiada en el curso curricular sigue siendo útil para describir y comprender un problema real.

### Discusión de los resultados:

Este trabajo muestra que sí es posible estudiar con los alumnos temas complicados, y aunque no son presentados de forma ideal o teórica, se pueden experimentar y forman parte de su realidad. Esto no es algo que se puede desarrollar en un curso curricular; por tanto, también es una muestra de la importancia que tiene un curso extracurricular como éste ya que aporta una metodología experimental a los alumnos.

Adicionalmente, nos muestra que esta metodología lleva naturalmente a los alumnos a realizar investigación tanto bibliográfica como experimental, más allá que un curso curricular, hasta dar respuesta al Reto. Aún cuando, en este caso los alumnos intentaron verificar su hipótesis de que las alturas decrecen a la mitad de la altura inmediata anterior, y realizaron un análisis para evidenciar el comportamiento, no lograron con esta actividad dar respuesta a lo siguiente: *“esta parte no es muy concluyente ya que la pelota comenzó a rebotar ‘atrás y*

*adelante', esta puede ser la razón de que el porcentaje alcanzado por el rebote respecto a la altura alcanzada por el rebote anterior no era constante en todos los casos".*

## Conclusiones

Los alumnos aplicaron la metodología científica en la comprensión y resolución de un problema mecánico de su entorno, rebotes de una pelota, utilizando la estrategia de Retos.

La secuencia de pasos realizada por los alumnos, muestra la viabilidad de la estrategia en la resolución de problemas complejos de mecánica clásica a nivel bachillerato y, se muestra la utilidad de la videograbación de alta velocidad.

Adicionalmente, podemos agregar que los alumnos utilizaron otros conceptos como la conservación de la energía mecánica y comprendieron los límites de aplicación; el coeficiente de restitución cinético; y que fueron capaces de eludir los modelos complejos para lograr realizar su proyecto.

Las conclusiones de los alumnos, nos dan evidencia del grado de entendimiento del fenómeno logrado con esta estrategia, además de identificar las limitantes de la teoría y de la experimentación, así como de las correcciones y perspectivas que se pueden hacer a su trabajo de un modo cercano a la forma en que se realiza el trabajo de los investigadores.

## Agradecimientos

A Calderón Dorantes Osvaldo Uriel, Pineda Medina Alejandro Israel y García Alonso Rodrigo, estudiantes de bachillerato del plantel Oriente del CCH que realizaron el proyecto.

## Bibliografía

1. Alonso, M., y Finn, E. J. (1971). *Física (Vol. I)*. México: Fondo Educativo Interamericano.
2. Ramos S. J., Astudillo R. V., Pérez V. R., (2011), *Aprendizaje de la Física a través de la resolución de retos, una experiencia con alumnos del Siladin en el CCH Oriente*, 14-07-18, de XIX Taller Internacional, Nuevas Tendencias en la Enseñanza de la Física. Sitio web: <http://www.fcfm.buap.mx/eventos/taller/>
3. Ramos S. J., Astudillo R. V., Santini O. E., Mercado S. R., Quezada P. Y. A., Gutiérrez V. H. (2010). *Física I* (1 ed.). México: CCH/UNAM.
4. Ramos S. J., Astudillo R. V., Santini O. E., Pérez V. R., Gutiérrez V. H., Muñoz O. M., Rojas Cárdenas G. V., Vargas M. J., López C. I., (2012), *Manual Estrategias didácticas y retos de física para los laboratorios de ciencias*, Infocab 2010, CCH/UNAM.
5. Pérez V. R., Astudillo R. V., Ramos S. J., I, Gutiérrez V. H., Rojas Cárdenas G. V., Muñoz O. M., (2011), *Manual de Estrategias Didácticas de fenómenos mecánicos con videograbaciones a alta velocidad*. Infocab 2010, CCH/UNAM.
6. *Programas de Estudio. Área de Ciencias Experimentales, Física I y II*, (2016), México, CCH/UNAM.



## Colaboradores de este número

### Beatriz Mónica Pérez Ibarra | CCH-Plantel Sur

Estudió la licenciatura en Químico Farmacéutico Biólogo, la maestría en Ciencias de Alimentos en Facultad de Química, UNAM y el Doctorado en Ciencias Biológicas, UAM-I. Posteriormente, realizó una estancia posdoctoral en la University of Oklahoma. Actualmente, es responsable del Laboratorio de Biología Molecular del plantel Sur y participante en Jóvenes hacia la Investigación.

### Alfredo César Herrera Hernández | CCH-Plantel Oriente

Químico Farmacéutico Biólogo con maestría en Docencia para la Educación Media Superior en Química. Cuenta con una antigüedad docente de 11 años en el plantel Oriente, donde imparte las materias de Química I-IV; ha cursado diplomados y cursos de formación e impartido cursos de actualización docente; coautor de artículos y libros relacionados con investigación educativa y es cotutor de tesis.

### Cecilia Espinosa Muñoz. | CCH-Plantel Oriente

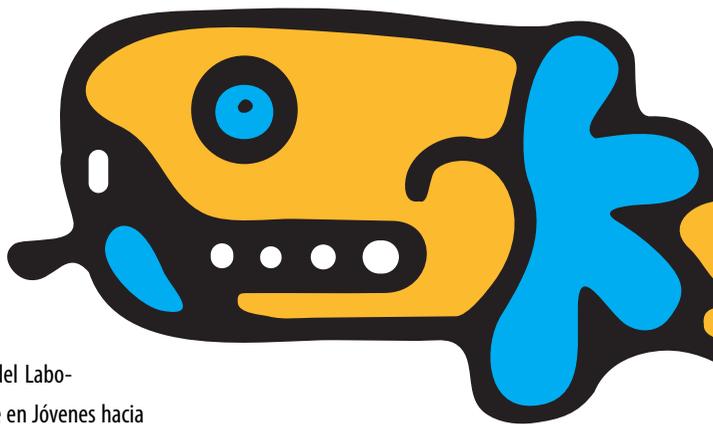
Química Farmacéutica Bióloga con maestría en Educación. Cuenta con una antigüedad docente de 10 años en el plantel Oriente, en las materias de Química I-IV; ha cursado cinco diplomados y más de cuarenta cursos de formación; ha impartido cursos de actualización docente; asesora de alumnos para participar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

### Ricardo Arturo Trejo De Hita | CCH-Plantel Sur

Ingeniero Químico (mención honorífica) por la Facultad de Química, maestría en Ingeniería ambiental por la Facultad de Ingeniería UNAM. Diplomados en aplicaciones de las TIC para la enseñanza y en las matemáticas. Profesor de la Facultad de Química y del CCH Plantel Sur, autor de artículos en revistas académicas y estrategias didácticas para la enseñanza de las ciencias.

### Severo Francisco Javier Trejo Benítez | CCH-Plantel Sur

Biólogo, maestro en Ciencias (medalla Gabino Barreda) y diplomado en Docencia por la Facultad de Ciencias de la UNAM. Cátedra especial Dr. Carlos Graef Fernández (1989), Autor de 25 textos (libros, manuales, paquetes didácticos), Investigador en el





Instituto de Salubridad y Enfermedades Tropicales (parasitología), en el Colegio de Posgraduados de la Universidad de Chapingo (nematodos fitoparásitos). Profesor de la Facultad de Ciencias y del CCH de la UNAM.

### **Irma Sofía Salinas Hernández | CCH-Plantel Sur**

Impartidora y diseñadora de diversos cursos de formación para profesores. Cuenta con publicaciones en el Portal Académico de la UNAM, en la RUA y en *Eutopía*, así como en diversos simposios y congresos. Coordinadora de diferentes grupos de trabajo institucionales. Jurado en plazas de definitividad y plazas de carrera. Integrante del Consejo Académico del área de Ciencias Experimentales (CACE) durante dos periodos consecutivos (2013-2015 y 2016-2018). Ganadora del tercer lugar en el XXVI Concurso Universitario Feria de las Ciencias, la Tecnología y la Innovación (2018) en el área de Biología en la modalidad Investigación de campo.

### **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.

### **Manuel Velasco Juan | CCH-Plantel Oriente**

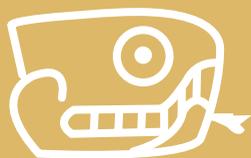
Físico por la Facultad de Ciencias UNAM, maestro en Ciencias (Física, Posgrado en Ciencias Físicas), Doctorado en Ciencias (Física en curso tercer semestre). Un artículo de investigación. Profesor de Asignatura Interino plantel Oriente. Profesor de asignatura de la Facultad de Ciencias. Manejo de *software* especializado en el área de matemáticas y programación en varios lenguajes.

### **Javier Ramos Salamanca | CCH-Plantel Oriente**

Licenciatura en Física-Matemáticas y maestría en Física Escuela Superior de Física y Matemáticas del IPN. Profesor fundador del plantel Vallejo y plantel Oriente. Profesor Titular C de Tiempo Completo. Autor de múltiples libros de la asignatura. Más de 70 cursos de actualización y docencia e impartidor de más de 15 cursos de actualización y de formación a profesores tanto del CCH como de otros bachilleratos. Diseñador e impartidor de varios cursos sobre didáctica y la asignatura de Física. Ponente en encuentros nacionales de profesores de Física nacionales e internacionales. Sinodal en tesis de licenciatura y maestría en el área de ciencias y de la enseñanza.



# 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, entrega o envío, dirigirse a Av. Universidad 3 000, 1<sup>er</sup> piso, en la Secretaría de Servicios de Apoyo al Aprendizaje o al correo electrónico *gmendiolar@yahoo.com.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**

Deberá ser corto e informativo, expresado en un máximo de 10 palabras, que describan el contenido del artículo en forma clara y concisa.

## **Autores**

Anotar a los autores según el orden de importancia de su contribución material y significativa a la investigación, institución en la que colabora cada uno y correo electrónico del autor principal.

## **Resumen**

Deberá ser estructurado, es decir, que identifique de forma rápida y exacta el contenido básico del artículo, indicar los objetivos de la investigación, los procedimientos básicos, los resultados y las conclusiones. Enlistar cinco palabras clave como máximo.

## **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**

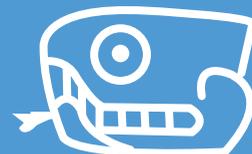
Opcional. Sólo los estrictamente necesarios.

## **Bibliografía**

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

## **Figuras**

Podrá incluir, a lo largo del texto y de manera organizada, 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.



# CONSCIENCIA

REVISTA DEL SILADIN DEL CCH

Biól. Guadalupe Mendiola Ruiz  
Directora

Dr. Benjamín Barajas Sánchez | DGCCH  
QBP. Taurino Marroquín Cristóbal | Naucalpan  
Fís. José Rafael Cuellar Lara | Azcapotzalco  
Mtra. Rosa Eugenia Záratea Villanueva | Vallejo  
Biól. Hugo Jesús Olvera García | Oriente Mtra.  
Ana Lilia Cabrera Ávila | Oriente  
Biól. Manuel Becerril González | Sur  
Consejo Editorial

Biól. Angélica Galnares Campos  
Editora

Mtra. Lilia Cervantes Arias  
Lic. Fernando Velasco Gallegos  
Correctores

Mtra. Ma. Elena Pigenutt Galindo  
Coordinadora editorial y diseño

Lic. Héctor Baca Espinoza  
Asesor

*Foto de portada: María Micoletan en flickr.com*



CONSCIENCIA Revista del Siladin del CCH. Proyecto Infocab: PB201019

