

# HYPATIA

EJEMPLAR GRATUITO

PRIMER SEMESTRE 2015

No. 51

Revista de Divulgación Científico-Tecnológica del  
Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos  
[www.ccytem.morelos.gob.mx](http://www.ccytem.morelos.gob.mx)  
[www.hypatia.morelos.gob.mx](http://www.hypatia.morelos.gob.mx)  
[hypatia@morelos.gob.mx](mailto:hypatia@morelos.gob.mx)

f /vinculación y divulgación del ccytem

Estrategia Nacional para Fomentar y Fortalecer la Difusión y Divulgación  
de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación en Morelos.  
Apropiación Social de la Ciencia, Tecnología e Innovación.

Los guardianes de los humedales SOS, reparando bacterias  
Escarabajos de luz Tecnología fotovoltaica



MORELOS  
PODER EJECUTIVO



Secretaría  
de Innovación,  
Ciencia y Tecnología



Consejo de  
Ciencia y Tecnología  
del Estado de Morelos



# DIRECTORIO

- **Graco Ramírez Garrido Abreu**  
Gobernador Constitucional del Estado de Morelos
- **María Brenda Valderrama Blanco**  
Secretaria de Innovación, Ciencia y Tecnología
- **Salatiel Monterrubio Flores**  
Director General del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos (CCyTEM)
- **Silvia Patricia Pérez Sabino**  
Coordinadora de Vinculación y Divulgación del CCyTEM Editora
- **Luis Alberto Aguilar Zamora**  
Subdirector de Medios Electrónicos y Digitales del CCyTEM Diseño Editorial y Arte
- **Iván Israel Madrigal Munguía**  
Apoyo en imágenes
- **Vianey Saldaña Navor**
- **Mónica L. Pineda Castellanos**  
Apoyo Editorial
- **Arturo Zavaleta Aguilar**  
Apoyo revisión de artículo

Contacto: [hypatia@morelos.gob.mx](mailto:hypatia@morelos.gob.mx)

## CONSEJO EDITORIAL

- Dr. Jorge Flores Valdés
- Dr. Ernesto Márquez Nerey
- Dr. Luis Manuel Gaggero Sager
- Mtro. Martín Bonfil Olivera
- Mtro. Francisco Rebollo
- Mtra. Alejandra Atala
- Dr. Humberto Lanz Mendoza
- Dr. Eduardo César Lazcano Ponce
- Mtro. Marco Antonio Sánchez Izquierdo
- Dr. Jaime Bonilla Barbosa
- Dr. José María Rodríguez Lelis
- Dra. Lorena Noyola Piña
- Dr. Armando Arredondo López
- Lic. Susana Ballesteros Carpintero

Hypatia Año 14, No. 51 Primer semestre 2015, es una publicación trimestral editada por el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos. Calle la Ronda No. 13, Col. Acapantzingo, C.P. 62440 Cuernavaca, Morelos, México. Tél. (52)7773187524 [www.hypatia.morelos.gob.mx](http://www.hypatia.morelos.gob.mx)

EDITOR RESPONSABLE: SILVIA PATRICIA PÉREZ SABINO Reserva de Derechos al Uso Exclusivo en trámite. ISSN: en trámite. Licitud de Título y de Contenido: en trámite

Impresa por: IMPRENTA ZODIACO, Calle Tauro No. 904, Col. Zodiaco, Cuernavaca, Morelos, C.P. 62380. Este número se terminó de imprimir el 6 de julio de 2015 con un tiraje de 20 mil ejemplares.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Se permite la reproducción total o parcial por cualquier sistema o método, incluyendo electrónicos o magnéticos, de los contenidos e imágenes, siempre y cuando contenga la cita explícita (fuente) y se notifique a la editora.

Hypatia, está incluida en el directorio del Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal [www.latindex.org](http://www.latindex.org) y en la página de la Sociedad Mexicana para la Divulgación y la Técnica A.C. [www.somedyt.org.mx](http://www.somedyt.org.mx). La publicación no expide cartas a sus colaboradores.

HYPATIA



CCyTEM



Los textos son responsabilidad directa de quien los firma

# EDITORIAL

## HYPATIA EN EL AÑO INTERNACIONAL DE LA LUZ Y DE LAS TECNOLOGÍAS BASADAS EN LA LUZ.

Amigo lector de Hypatia, estamos muy felices de compartir en este número 51 de 2015 interesantes artículos; algunos relacionados a la zoología, otros nos brindan información sobre bioquímica, energía y biología como nuestros títulos de portada lo mencionan.

Asimismo quiero comentarle que a lo largo de este año, estaremos incluyendo colaboraciones relacionadas con la luz en diferentes ámbitos porque de acuerdo con la UNESCO y la ONU celebramos en el 2015, el "Año Internacional de la Luz y de las Tecnologías basadas en la Luz". El objetivo de esta celebración es fomentar de qué manera "las tecnologías basadas en la luz nos pueden proveer soluciones a retos globales en la energía, educación, agricultura y salud".

Algunos consideran a la luz como protagonista central de la tecnología y por ello, en diferentes partes del mundo, celebran este Año tan peculiar; nosotros en Hypatia lo haremos incluyendo en cada publicación algunos artículos de este tema relacionado con otras áreas del conocimiento. En este número lo encontrará asociado, con la biología "Escarabajos de luz, con señal de amor", en energía "Tecnología orgánica fotovoltaica" y de óptica "La fascinación por la luz y los glaciales de la proyección mundial: La historia de Raman". Temas variados para todos los gustos e intereses.

Finalmente agradecemos al programa "Estrategia Nacional para fomentar y fortalecer la difusión y divulgación de la ciencia, tecnología e innovación en entidades federativas: Morelos 2015" a través del subproyecto "Apropiación Social de la Ciencia, Tecnología e Innovación" de FORDECYT-CONACYT, el recurso económico con el cual se ha podido continuar con esta publicación ampliando su tiraje y distribución. También nos puede leer en nuestra revista electrónica [www.hypatia.morelos.gob.mx](http://www.hypatia.morelos.gob.mx).

EDITORA

MTRA. SILVIA PATRICIA PÉREZ SABINO  
[patricia.perez@morelos.gob.mx](mailto:patricia.perez@morelos.gob.mx)

Revista Hypatia, es una publicación de material de divulgación científica, editado por la Coordinación de Vinculación y Divulgación del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos como parte del Programa de Apropiación Social de la Ciencia, Tecnología e Innovación de la Estrategia Nacional para Fomentar y Fortalecer la Difusión y Divulgación de la Ciencia, la Tecnología en las entidades federativas 2015, del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Calle la Ronda No. 13, Col. Acapantzingo, C.P. 62440, Cuernavaca, Morelos, México. Tél (52) 7773187524

# CONTENIDO

**PÁG.3 / LOS GUARDIANES DE LOS HUMEDALES: VENADOS COLA BLANCA.**  
ARCHIVO: ZOOLOGÍA

**PÁG.5 / SOS, UN LLAMADO A LA REPARACIÓN DE BACTERIAS**  
ARCHIVO: BIOQUÍMICA

**PÁG.6 / VIOLENCIA SEXUAL INFANTIL**  
ARCHIVO: PSICOLOGÍA

**PÁG.8 / DESPERTANDO GRANDES PASIONES A TRAVÉS DEL PSICOANÁLISIS**  
ARCHIVO: FILOSOFÍA

**PÁG.9 / ¿DE QUÉ ESTAMOS HECHOS?**  
ARCHIVO: GENÉTICA

**PÁG.10 / DE LA FASCINACIÓN POR LA LUZ Y LOS GLACIARES A LA PROYECCIÓN MUNDIAL: LA HISTORIA DE RAMAN**  
ARCHIVO: ÓPTICA

**PÁG.11 / PLANTAS ACUÁTICAS QUE PUEDEN CONVERTIRSE EN MALEZAS O INVASORAS**  
ARCHIVO: BIOLOGÍA

**PÁG.13 / COMBATIENDO A LOS ORGANISMOS QUE NOS OCASIONAN ENFERMEDADES**  
ARCHIVO: BIOQUÍMICA

**PÁG.15 / ¿QUÉ TIENEN EN COMÚN ANITA LAVA LA TINA CON LA EDICIÓN DEL ADN?**  
ARCHIVO: GENÉTICA

**PÁG.16 / ESCARABAJOS DE LUZ CON SEÑAL DE AMOR**  
ARCHIVO: BIOLOGÍA

**PÁG.18 / LA COCHINILLA BIÓNICA: ENERGÍAS RENOVABLES AMIGAS DEL PLANETA**  
ARCHIVO: DIVULGACIÓN

**PÁG.20/ TECNOLOGÍA ORGÁNICA FOTOVOLTAICA**  
ARCHIVO: ENERGÍA

**PÁG.22 / LA NATURALEZA EN LOS MITOS DE TRES CULTURAS**  
ARCHIVO: ARTES

**PÁG.23 / COLECCIONISTAS DE SONIDOS DE AVES**  
ARCHIVO: BIOACÚSTICA

**PÁG.25 / CHIMALACATLÁN Y LA NOPALERA, EVIDENCIA DE MORELOS PREHISTÓRICO**  
ARCHIVO: PALEONTOLOGÍA

**PÁG.27 / VER PARA SENTIR Y SENTIR PARA CUIDAR NUESTRO AMBIENTE**  
ARCHIVO: EDUCACIÓN AMBIENTAL

**PÁG.28 / LA HISTORIA Y LA FILOSOFÍA DE LAS CIENCIAS EN LA ENSEÑANZA DEL DESARROLLO CIENTÍFICO**  
ARCHIVO: FILOSOFÍA

**PÁG.30 / EL TEOREMA DEL MILLÓN DE MONOS**  
ARCHIVO: MATEMÁTICAS

**PÁG.32 / VIGILANTES NOCTURNOS: BÚHOS CREPUSCULARES.**  
ARCHIVO: BIOLOGÍA

**PÁG.34 / EL USO DE LA NANOTECNOLOGÍA EN LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA**  
ARCHIVO: FÍSICO-MATEMÁTICAS Y CIENCIAS DE LA TIERRA



## LOS GUARDIANES DE LOS HUMEDALES: VENADOS COLA BLANCA

Zoología

ARCHIVO

**S**in duda *Bambi* la película animada de *Walt Disney* desde su estreno en 1952 despertó muchas emociones y mostró al mundo un rostro del venado cola blanca que no conocíamos, como el guardián de los bosques donde habita. Lo cierto es que pocos animales comparten una historia tan ligada a la del hombre como el venado cola blanca, cuya presencia ha sido relevante para los pueblos rurales, a lo largo del tiempo.

En el México prehispánico representaba un símbolo de virilidad, y es apreciado por diversos grupos étnicos como una fuente de alimento y materias primas, útil en la recreación, deporte y actividades místico-religiosas.

Este arraigo en la cultura mexicana persiste hasta la actualidad. La evidencia se observa en la gran diversidad de nombres otorgados en todo el país; hacia el centro norte se le nombra “mazatl” (náhuatl), “macha” (huichol), “xiumalt”, “muxati” (coras), “phatehe” (otomí), “axuni” (tarasco); y hacia el sureste se le conoce como “ceh”, “keej”, (maya), “nehj” (chol) y “guej” (zoque). En la cosmovisión de diversos pueblos el venado personifica papeles importantes, tal

es el caso de los tepehuanos (indígenas coras) de la sierra norte de Nayarit, donde durante las ceremonias al maíz y al *xiumalt* (venado), algunos hombres hacen un retiro voluntario donde meditan y duermen a la intemperie, mientras que los cazadores elegidos deben cazar uno o dos *xiumalt* que serán cocinados durante el tiempo que dura el mitote (las fiestas), de modo que durante el mitote cada poblador debe al menos probar la carne de *xiumalt*.

Más conocida es la danza del venado que se realiza en estados de Sonora y Sinaloa por los indígenas yaquis y mayos, es una dramatización de la cacería del venado (héroe cultural de estos pueblos), por parte de los “*paskolas*” (cazadores). En la cultura maya los venados figuran junto a deidades y se les relaciona con la lluvia, la fertilidad y la sequía; ejemplo de ello son los códices donde el venado aparece con la glándula lagrimal muy desarrollada, lo cual se relaciona con la idea de que los mayas asumían que cuando el venado muere llorando, sus lágrimas atraen las gotas de agua del cielo y fertilizan las tierras para labranza.



## DISMINUYEN LAS ZONAS HABITABLES PARA LOS VENADOS

Sin embargo no solo es un animal carismático, su importancia va mucho más allá, de la cacería deportiva, se distingue como un trofeo a nivel internacional. Por su tamaño, hábitos esquivos, y forma de sus astas (las astas a diferencia de los cuernos se caen y renuevan cada año), se ha posicionado como una presa ideal para cazadores deportivos, ya que se obtienen ganancias por cientos de miles de dólares en estados del norte del país por esta actividad. De las catorce subespecies de venados en México, ocho habitan en estados del sureste, derivado de los hábitats donde viven, cuentan con astas más pequeñas y su complexión es menos robusta que sus primos del norte, de tal manera que han sido poco valoradas y estudiadas. Este es el caso del venado cola blanca de los humedales, que como su nombre lo indica habita en las zonas que se inundan periódicamente entre los estados de Tabasco y Campeche. Esquivo por naturaleza, en la zona lo es aún más, porque se le ha cazado casi hasta su desaparición.

Actualmente se reconoce que la abundancia de este venado es muy baja siendo de menos de un individuo por kilómetro cuadrado, en Tabasco la situación de venado de los humedales es aun más alarmante, ya que solo el 9.3% de la superficie estatal cuenta con condiciones habitables para este. Al respecto es necesario analizar que en México, el venado cola blanca no se considera bajo ninguna categoría de riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (norma oficial para especies en peligro), y desgraciadamente el estado incipiente de las investigaciones sobre esta especie no permiten predecir tendencias poblacionales, que justifiquen un cambio en la mencionada norma.

Todo parece indicar que la abundancia del venado no depende estrictamente de las condiciones ambientales, sino que son las condiciones humanas las que determinan cuántos venados hay en un lugar, ya que un estudio reciente en Campeche ha demostrado que en ranchos privados la cantidad de venados

es mucho mayor con respecto a terrenos ejidales o comunales, y al parecer esta tendencia se replica por toda la región. Además, se ha identificado que el venado se beneficia de los acahuales (vegetación secundaria forestal) siempre que mantengan una alta cobertura. Sin embargo, gran cantidad de estos ecosistemas son utilizados para ganadería, por lo que en estos sitios se da una competencia ganado-venado en la que el segundo es el que lleva las de perder.

## MÁS QUE UN ACCESORIO: COLLARES PARA VENADOS

Lo anterior ha permitido crear nuevas expectativas positivas, debido a que investigadores de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco analizan información con el fin de generar mapas de abundancia a nivel regional, y pretenden colocar collares de telemetría satelital (técnica para el seguimiento de animales vía satélite) que contribuirán a identificar cuáles son las características ambientales y humanas que condicionan la abundancia del venado en los humedales de la región.

Aunado a esto, a partir del año 2013 el venado cola blanca de los humedales (además de las otras subespecies tropicales) fue incluido en el libro de récords mundiales de caza deportiva del *Safari Club International*. La relevancia de este hecho radica en que por primera vez los venados del sureste de México tendrán la misma importancia cinegética (caza) que cualquier otro en el mundo.

En 2014, la SEMARNAT publicó una lista de especies prioritarias para la conservación en México, con el fin de promover el desarrollo de proyectos para la conservación y recuperación de las especies que en ella se incluyen, así como los lugares donde habitan, y lo notable de esto es que por primera vez se consideran a todas las subespecies de venados cola blanca de México. Lo anterior, apunta a un verdadero interés por la conservación de esta especie, sin embargo, es necesario que se enfoquen aun más investigaciones y recursos a conocer la situación real de este venado cola blanca de los humedales.

# SOS, UN LLAMADO A LA REPARACIÓN DE BACTERIAS

Bioquímica  
ARCHIVO

El descubrimiento de la respuesta SOS en bacterias surgió de los experimentos realizados por Weigle y Radman, ellos observaron que bacterias de *Escherichia coli*, encontradas generalmente en los intestinos animales (Fig. 1), expuestas a la luz ultravioleta, producían células alargadas. Este tipo de alteraciones los llevó a proponer la existencia de un tipo de reparación que se activaba en situaciones de estrés para las bacterias e inducía la síntesis de diversas proteínas normalmente reprimidas. Llamaron a este fenómeno respuesta SOS por la señal internacional de auxilio "Save Our Souls", ya que pensaron que se trataba de la última posibilidad de las células para sobrevivir.



Fig. 1 Imagen microscópica de *E. coli* presente en el tracto intestinal del hombre.

Todos los organismos están expuestos a sufrir el ataque de diversos agentes que pueden alterar la estructura química básica de su material genético, como la luz ultravioleta o incluso especies reactivas de oxígeno que se generan como producto de la respiración (Fig. 2). Para contrarrestar tal efecto a lo largo de la evolución se han desarrollado y seleccionado diferentes estrategias o mecanismos que le permiten sobreponerse a dichas eventualidades.



Fig. 2 Microscopía de la morfología de *E. coli*, antes de inducir la respuesta SOS.

Durante la respuesta SOS, se incrementa la expresión de un grupo de genes cuya función es la de conferir a la célula más oportunidades de sobreponerse y sobrevivir en condiciones de estrés y reparar el daño en el ADN, una de las moléculas fundamentales de la bioquímica y en palabras de Richard Dawkins, el ADN es "un libro de instrucciones para hacer un ser" o "los planos de un arquitecto para la construcción de un edificio", la molécula maestra de la vida. Un aspecto importante en cuanto a la respuesta SOS es que su actividad se puede regular de acuerdo al grado de daño inflingido sobre el material genético. Así, el nivel de expresión de cada gen SOS varía dependiendo de la cantidad de daño que se genere al ADN.

La inducción de más de 20 genes diferentes dentro de las bacterias, durante la respuesta SOS, está bajo el control de dos proteínas maestras llamadas "RecA y LexA", cuya función sería similar a como trabaja un interruptor de luz en donde RecA=Encendido y LexA=Apagado, pero en este caso del sistema de reparación del ADN.

Con el objetivo de comprender mejor el mecanismo por el cual se regula este sistema de reparación en las bacterias, en nuestro grupo trabajamos con *E. coli*, en la cual el laboratorio lleva ya una larga trayectoria y ha contribuido de manera importante en el estudio de los procesos que activan la respuesta SOS.

## LA IMPORTANCIA DE DIFERENTES GENES

Hasta ahora los resultados han contribuido a establecer la importancia de diferentes genes en el procesamiento de lesiones producidas por daño al ADN, como es el caso de RecA que además de estar a cargo del control y regulación de SOS, la proteína participa en diversos procesos, todos enfocados a mantener la integridad del ADN. De hecho, es tan versátil e interactúa con tantas otras proteínas que merece una mención aparte.

Haciendo uso de novedosas técnicas de microscopía de alta resolución y el uso de proteínas fluorescentes logramos observar en tiempo real, cómo es que RecA forma filamentos dentro de la bacteria después de inducir la respuesta SOS causada por daño al ADN (Fig. 3). Es por ello que se considera a SOS como el último recurso que le queda a la bacteria para sobrevivir al daño en su material genético.

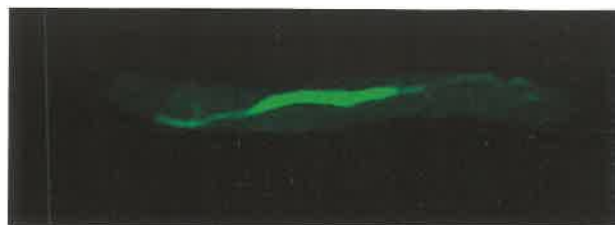


Fig. 3 Filamentos de RecA fusionada a una proteína fluorescente, después de inducir la respuesta SOS.



## VIOLENCIA SEXUAL INFANTIL

Psicología

ARCHIVO

**H**ablar de abuso sexual infantil es remitirnos a un tipo de violencia dirigida a una población altamente vulnerable: los niños. Por eso mismo muchas veces en un afán de proteger su integridad las familias optan por mantenerlo en silencio, en no denunciar los hechos para que su hijo no sea señalado por la sociedad, para evitar victimizar más al menor o simplemente por la vergüenza que les genera a muchas familias admitir el hecho de que un niño fue víctima de abuso por parte de algún miembro de la misma familia.

Esto, contrario a lo que se cree no minimiza el suceso ni sus consecuencias, por el contrario tiende a empeorar la situación, debido a que al no existir una denuncia muchas de las veces no existe tampoco un tratamiento psicológico que ayude al menor a sanar las heridas emocionales que deja un hecho tan violento a su corta edad.

Para tener una idea más clara de lo que se considera abuso sexual haremos referencia a todo tipo de experiencia sexual que incluya desde caricias hasta coito vaginal, anal u oral, asimismo se incluye el mostrar material audiovisual o gráfico de contenido sexual, exponer los genitales y masturbarse enfrente de niños y adolescentes hasta los 18 años de edad, por parte de cualquier persona adulta ajena o no a la familia, considerando también el criterio de que la víctima sea 5 años menor que el abusador o en el caso de que la diferencia de edad sea menor, se considerará abuso sexual cuando la víctima no haya deseado el incidente.

### CAMBIOS EN LA CONDUCTA, UN SÍNTOMA DE ABUSO SEXUAL

Cuando un niño es víctima de abuso sexual su conducta cambia, y aunque estos cambios se manifiestan de diferentes formas según la gravedad del suceso, la personalidad del niño y el contexto en el que suceden, hay características o síntomas definidos que se han encontrado según la edad en la que ocurre el abuso. En los niños de edad preescolar es común encontrar síntomas de ansiedad, pesadillas recurrentes, estrés postraumático, conducta sexualmente inapropiada y comportamientos persistentes de agresión. De esta forma encontramos niños que se muerden y/o comen las uñas, se muerden el dorso de la mano, despiertan por las noches en medio del llanto y no quieren volver a dormir, algunos niños pueden llegar a levantarles la falda a sus compañeras de escuela, espiarlas en los baños, exhibir sus genitales e incluso llegar a realizar tocamientos a sus compañeros, otro tipo de conducta es la agresión, niños que antes del suceso eran dóciles y tranquilos comienzan a golpear a compañeros de escuela, mostrar actitudes hostiles hacia otras personas, sobre todo si son del mismo género del agresor. Todas estas conductas, pueden tratar de justificarse diciendo que están en una edad en la que los berrinches y malos modos son cosas propias de la edad, sobre todo cuando se desconoce que el menor ha sido abusado sexualmente.



Cuando estos síntomas de abuso sexual no son atendidos en la infancia, van a ir tomando diversas formas con el paso del tiempo, de ahí que muchas veces se crea que los síntomas han desaparecido y que por lo tanto el menor ha superado el evento traumático y no es necesaria la intervención de ningún especialista.

El problema es que los síntomas no desaparecen, solo cambian, y entonces los ahora adolescentes presentan conductas como masturbarse excesivamente, comienzan a presentar problemas con su autoimagen que pueden derivar en desórdenes alimenticios como anorexia o bulimia, por citar los más comunes, baja autoestima, problemas de identidad, depresión, huidas de casa, conductas autodestructivas tales como causarse cortes, consumo de alcohol o drogas y dificultades para vincularse afectivamente con una pareja.

Este tipo de conductas parecieran comunes de la adolescencia, por lo cual, muchas veces no son tomadas en cuenta, y se piensa que lo único que necesitan es madurar y que con el tiempo desaparecerán. Sin embargo, en estos casos en donde existió un abuso sexual en la infancia, los síntomas seguirán mutando, cambiando una conducta inadecuada por otra.

Varios estudios clínicos describen problemas sexuales en adultos que fueron víctimas de abuso sexual cuando eran niños que pueden ir desde una inhibición y bajo deseo sexual hasta promiscuidad y actividad sexual compulsiva, exhibicionismo e incluso en algunos casos agresiones de tipo sexual a niños o adultos.

Cabe destacar que no todas las víctimas de abuso sexual infantil repiten forzosamente el patrón convirtiéndose en agresores sexuales y que no todos los agresores sexuales tuvieron necesariamente sucesos de abuso sexual en la infancia.

Otro tipo de problemas que se manifiestan en la edad adulta son intentos de suicidio, aislamiento social, dificultades para establecer relaciones de confianza con adultos, poco control de impulsos, y un alto riesgo de sufrir victimizaciones posteriores, así como dificultades para la crianza de los hijos.

### NO SE PUEDE TAPAR EL SOL CON UN DEDO

Como podemos darnos cuenta son muchos los efectos conductuales que deja el abuso sexual en la infancia y estos tienden a volverse más graves con el paso del tiempo si no hay una correcta intervención psicológica, por lo cual es sumamente importante mantener canales abiertos de comunicación con los niños y fomentar un ambiente de confianza que les permita expresar cualquier tipo de suceso de abuso; sin embargo, lo más importante es recordar que no se puede tapar el sol con un dedo y que ignorar el incidente no va a generar ningún beneficio para la víctima, ni va a evitarle sufrimientos, por lo cual la prioridad siempre es buscar atención psicológica para el niño que le permita crecer y desarrollarse de manera sana en su vida adulta.



**E**stemos a su favor o en su contra, el psicoanálisis cayó sobre el mundo como una bomba; su impacto en la civilización occidental fue tan vasto y profundo que la mayoría de nosotros estamos familiarizados con sus conceptos, los usamos en conversaciones acaloradas e incluso nos hemos embarcado en la empresa de descifrar los mensajes velados en nuestros sueños.

Lo cierto es que el psicoanálisis despertó grandes pasiones para bien y para mal, y mientras que unos ven en él una de las grandes aportaciones del siglo XIX, otros lo siguen relegando al terreno de lo pseudocientífico o mitológico. Aquí no afirmaremos ni lo uno ni lo otro, únicamente daremos cuenta de los antecedentes científicos de Freud en la construcción del psicoanálisis, y que constituyen la base de su esfuerzo por enmarcarlo en el terreno de las ciencias naturales.

El psicoanálisis apareció a los ojos de muchos como algo sin precedentes; la novedad de sus principios y sus conceptos fue lo que le dio esta imagen de originalidad.

Sin embargo, pensar que las teorías que lo conforman presumen de innovación absoluta resulta simplista, ya que las ideas científicas del siglo XIX ejercieron una enorme influencia en su precursor. Freud porta, sin duda, el bagaje de la cultura y la ciencia de su tiempo: la tradición científica romántica alemana, encabezada por Schelling y Goethe, ejerció una influencia directa en su pensamiento, especialmente en su concepción sobre la naturaleza; la noción mecanicista del mundo fundada en el cogito

cartesiano “pienso, luego existo” y posteriormente los avances de Newton; el evolucionismo de Lamarck y por supuesto la tesis evolucionista de Darwin, son herencia evidente en muchas de sus ideas (como ejemplo está la importancia exclusiva que le da a los motivos sexuales); Hughlings Jackson y Helmholtz, todos ellos son el basamento de las concepciones científicas imperantes de su época y quienes lo infiltraron en la lucha del tan anhelado status científico.

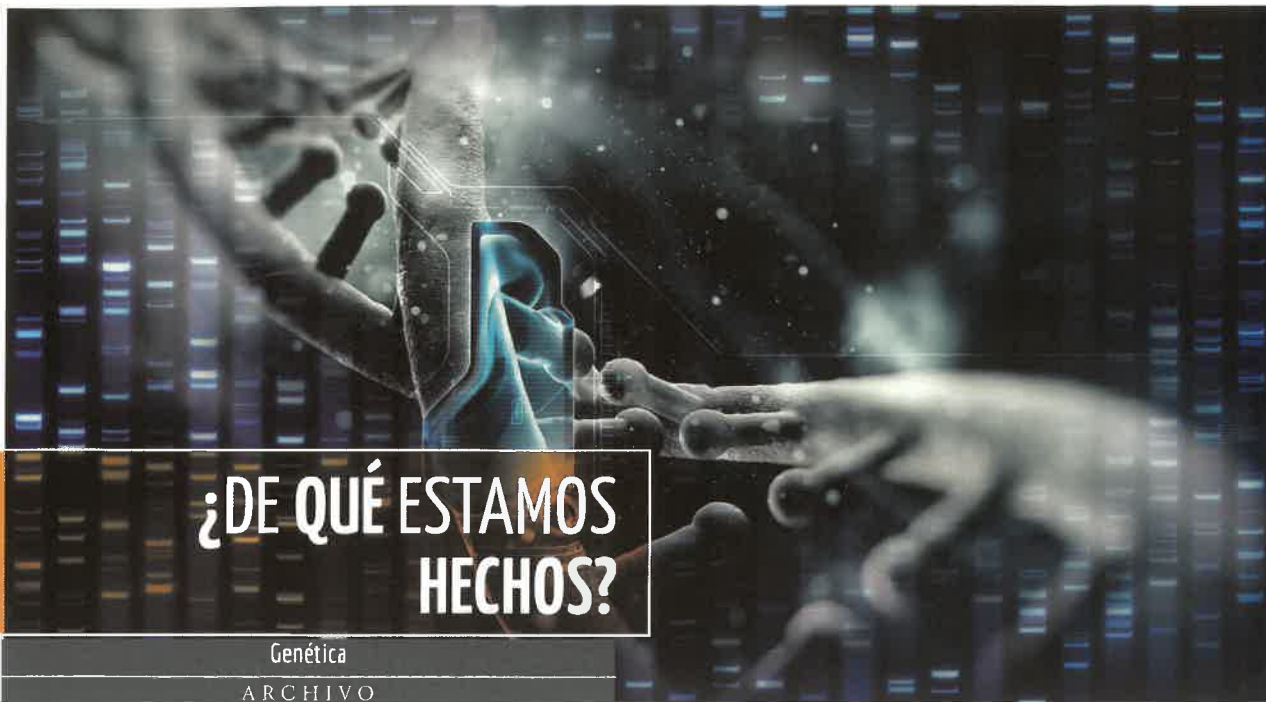
## EL PSICOANÁLISIS COMO UNA ODISEA DE LA CULTURA

Pero tal lucha resultó ser más bien una odisea, y aunque el psicoanálisis es para muchos un logro de la cultura contemporánea e insisten en la importancia de su obra, no son pocos los que lo aceptan sólo como una literatura de la cultura humanística, situándolo muy lejos de la cultura científica. Tampoco olvidemos a los que ven en el afán científico de Freud la pérdida de lo más esencial del psicoanálisis: la realidad subjetiva.

Como mencionamos en un inicio, aquí no afirmamos ni lo uno ni lo otro, lo que nos parece innegable es que, tras el aura de innovación y singularidad, el psicoanálisis debe sus postulados -y en gran medida- a las teorías científicas de la época, particularmente las de la física y la biología. Éstas son pues, las ciencias naturales que causaron mayor impacto en su pensamiento.







## ¿DE QUÉ ESTAMOS HECHOS?

Genética

ARCHIVO

**A**l contemplarnos podríamos decir que estamos formados por cabello, piel, huesos, así como por varios sistemas (circulatorio, endócrino, respiratorio, etc.), responsables del funcionamiento de nuestro cuerpo. A simple vista parece muy fácil, pero si tomáramos una lupa y nos adentráramos un poco más, observaríamos que están formados por órganos y tejidos, y estos a su vez, se encuentran conformados por millones de células que contienen organelos y un núcleo.

Al seguir profundizando en este último llegaríamos a un nivel microscópico, el ADN, que contiene la información genética heredable de todos los seres vivos (humanos, animales, plantas, hongos y bacterias) y este a su vez está conformado por cuatro bases, Adenina (A), Timina (T), Guanina (G) y Citosina (C). Este alfabeto, además de reducido, es caprichoso, porque A sólo se combina con T, y C sólo con G. Este abecedario de cuatro letras forma una larga cadena de nucleótidos, la cual contiene las instrucciones genéticas para el funcionamiento de los distintos organismos.

Hasta este momento sabemos que estamos formados por nucleótidos (A, T, G, C), tenemos el conjunto de instrucciones para hacer un ser, como los planos de un arquitecto para hacer un edificio. Esto se sabe gracias a métodos y técnicas de investigación que se han desarrollado, entre ellas la técnica de secuenciación de ADN; gracias a ella sabemos cuál es el orden de los nucleótidos, utilizando el método de Sanger que consiste en separar por tamaño cada una de estas bases.

La técnica consiste en los siguientes pasos: 1) Obtener el ADN del organismo (bacterias, hongos, animales, humanos, etc.). 2) Generar millones de copias gracias a una herramienta conocida como PCR; marcadas con colores (A se tiñe de color verde, G de rojo, C de azul y T de amarillo). 3) Analizar cada una de las muestras en el secuenciador de ADN, donde ocurre la separación de fragmentos de distintos tamaños y por medio de un láser, permite identificar cada uno de los nucleótidos que contiene la secuencia, dando como resultado el ordenamiento exacto de las bases de las secuencias. En la actualidad estos secuenciadores permiten analizar 192 muestras en un término de 20 horas y el tamaño de las secuencias que analizan es de aproximadamente mil pares de bases.

Hasta la fecha esta técnica ha sido de gran utilidad para el avance de la investigación científica tanto de plantas, hongos, bacterias, así como también para diagnósticos clínicos de humanos y algunos animales. Al secuenciar distintas bacterias se han logrado conocer los mecanismos necesarios para la realización de tratamientos contra distintas enfermedades. También es utilizada por la medicina forense para identificar a una persona, e incluso para la realización de análisis de paternidad. Sonando más futuristas podríamos predecir el riesgo de padecer ciertas enfermedades y algunas malformaciones genéticas. Con la finalidad de entender el funcionamiento de cada uno, se ha ido desarrollando gran cantidad de métodos y técnicas para ayudar al humano a entender este mundo en el que habitamos.

## DE LA FASCINACIÓN POR LA LUZ Y LOS GLACIARES A LA PROYECCIÓN MUNDIAL: LA HISTORIA DE RAMAN

Óptica

ARCHIVO



Un 7 de noviembre de 1888 nació Chandrasekhara Venkata Raman, un niño prodigio que años más tarde formaría parte fundamental del desarrollo de la ciencia en su país natal la India. Raman tuvo la fortuna de tener un ambiente propicio para el desarrollo de su sobresaliente inteligencia, su padre era profesor de matemáticas y física, y fomentó en él el interés por la observación de la naturaleza. A los 14 años asistía a la universidad y con sólo 17 años se graduó de la maestría con los más altos honores. De manera particular le interesaba dedicarse al estudio de la luz y el sonido. Sin embargo, deseaba casarse y desafortunadamente en ese entonces una carrera en ciencias en la India no era la mejor opción para sostener una familia de clase alta como a la que pertenecían él y su pareja, así que decidió optar por una carrera administrativa, por lo que consiguió un empleo en el gobierno de Calcuta. Claro que una mente inquieta siempre encuentra el modo de hacer lo que le gusta. Así, se inscribió a una asociación científica que le quedaba de camino a casa donde tenía acceso a equipo científico y decidió usar su tiempo libre para ejercer su pasión: observar la naturaleza. Su entusiasmo llegó a tal punto que rentó una casa al lado de la asociación para "ganar" tiempo. Finalmente en 1917 ganó una plaza de Profesor en la Universidad de Calcuta dedicándose tiempo completo a la ciencia.

### ¿POR QUÉ LOS GLACIARES PRESENTAN UN COLOR AZUL?

Algo que intrigó a Raman fue entender por qué los glaciares presentaban un característico color azul, cuál era la razón que hacía que la luz al pasar a través del hielo mostrará ese color y no otros. En 1928 tras reunir diversos experimentos sobre cómo se comportaba la luz al pasar a través de diferentes sustancias transparentes sugirió que una posible explicación se debía a cómo se esparcía la luz dentro de la estructura química de los glaciares. Postuló que para un haz de luz de una

frecuencia (color) determinada, una porción de la luz se desvía de su dirección original (refracción) y a su vez una pequeña porción de esta luz presenta un cambio en su frecuencia. Este cambio en la frecuencia está relacionado con el tipo de compuestos químicos y/o moléculas de las que la sustancia está compuesta. De manera que al estudiar ese cambio se podía saber de qué estaba formada una sustancia de estudio. A lo anterior se le conoce como efecto Raman y lo hizo acreedor a un premio Nobel de Física.

En la actualidad la fuente de luz son láseres que permiten una gran precisión para determinar de qué tipo de compuestos químicos y/o moléculas están formadas diferentes sustancias, nuevos materiales e inclusive es posible estudiar tejido biológico para diagnosticar o estudiar el origen de diversas enfermedades como cáncer o diabetes.

Como un ejemplo de lo anterior, recientemente un grupo de científicos de la Universidad de Montreal han utilizado esta técnica para saber si quedan células malignas en el cerebro después de la extracción de un tumor maligno.

En México en el Laboratorio Universitario de Caracterización Espectroscópica del CCADET-UNAM, actualmente se realizan estudios para estudiar, mediante espectroscopía Raman, diferencias significativas entre tejidos sanos y tejidos cancerosos. Probablemente Raman nunca imaginó el gran alcance de su descubrimiento, ahora su técnica de estudio es una herramienta común en las áreas de química, física y medicina.

Después de ganar el Nobel dedicó su vida a la investigación y a generar espacios para la formación de Centros de Investigación, Universidades y fomentar una política de crecimiento de la ciencia en su país al formar la Academia de Ciencias de la India. Así que, cuando alguien te diga que una persona no puede hacer una diferencia platícale sobre Raman, ese científico que fascinado por la luz y los glaciares, hizo que el mundo volteara a ver a su país como una potencia científica.



## PLANTAS ACUÁTICAS QUE PUEDEN CONVERTIRSE EN MALEZAS O INVASORAS

Biología  
ARCHIVO

Las plantas acuáticas también conocidas como hidrófitas, habitan desde los ambientes marinos (mares y océanos), pasando por los costeros (lagunas) hasta los continentales (desde zonas inundadas temporales o permanentes hasta lagos de alta montaña o cráteres).

El papel que juegan en los ecosistemas acuáticos naturales es muy importante, debido a que cumplen ciertas funciones de manera preponderante. Desde el punto de vista ecológico, forman parte fundamental de los productores primarios, aportando gran cantidad de oxígeno al medio, el cual es aprovechado en la respiración de los animales acuáticos; realizan acción purificadora del dióxido de carbono en la columna de agua; y actúan como bombas para poner nuevamente en circulación las sustancias minerales y orgánicas en el medio acuático.

Las especies de hidrófitas enraizadas tanto emergentes como sumergidas intervienen en la captura, estabilización y formación de sedimentos, tal es el caso de “tules” o “espadañas” (Foto 1) y los “tules

redondos”; o como en la mayoría de las plantas, que al decaer sus estructuras vegetativas por la edad, son degradadas por hongos y bacterias en el fondo del agua, formando con esto sedimentos ricos en nutrimentos.

Por otra parte proveen de refugio y anidación a gran número de especies animales como aves, moluscos, crustáceos y peces, que habitan entre la vegetación sumergida como “elodea”, o especies de aves como el “tordo charretero”, el cual anida entre las hojas del “tule”. Además, la mayoría de las plantas, particularmente las sumergidas, son el sustrato de gran diversidad de especies como las algas.

Por otro lado, ciertas especies de plantas como la elodea, “jacinto de agua” (Foto 2) y especies como las “lentejitas de agua” (Foto 3), son de crecimiento “malezoide”, las cuales infestan los sistemas acuáticos donde habitan, causando alto deterioro ambiental en el ecosistema, la muerte de organismos acuáticos, y también sustituyen a especies de plantas acuáticas nativas.



FOTO 1



FOTO 2



FOTO 3



## ¿POR QUÉ SE TRANSFORMAN LAS PLANTAS ACUÁTICAS?

Por la alta tasa reproductiva y capacidad de adaptación, al igual que la enorme concentración de nutrientes en los cuerpos de agua provenientes de las actividades agrícola, urbana e industrial, así como la ausencia de enemigos naturales que ejerzan un control sobre estas especies, traen como consecuencia un crecimiento excesivo de dichas plantas, las cuales llegan a cubrir los diversos cuerpos de agua en el país.

Su proliferación provoca grandes problemas de índole económica, ecológica y de salud. Dentro de los problemas económicos están las pérdidas de agua por evapotranspiración y el azolvamiento prematuro de embalses, lo que limita la actividad pesquera y recreativa, así como la obstrucción de canales de riego y la operación de obras hidráulicas. Como problemas ecológicos, la acumulación en grandes cantidades provoca el estancamiento de agua, lo que disminuye el oxígeno disuelto y por consiguiente, provoca la muerte de especies acuáticas. En cuanto a problemas de salud, la propagación de malezas acuáticas constituye el hábitat para el desarrollo de mosquitos transmisores de dengue y malaria, entre otras enfermedades.

El desarrollo de este tipo de plantas es favorecido por el agua rica en nutrientes, en especial por nitrógeno, fósforo y potasio. Además de estos elementos, absorben calcio, magnesio, azufre, hierro, manganeso, aluminio, boro, cobre, molibdeno y zinc, así como metales pesados o metaloides de aguas contaminadas.

La mayoría de las plantas acuáticas que se comportan como malezas no son originarias de los países donde causan problemas. Varias especies de ellas presentes en México tienen su origen de Sudamérica, Norteamérica, África, Europa (Foto 4) y Australia.

Sus vías de introducción son principalmente por el ser humano debido al acuarismo que es una de las principales actividades económicas que se tienen en el país, además de sus mecanismos reproductivos que le permiten distribirse por animales o por medio de ecosistemas acuáticos que tienen contacto entre unos y otros como los ríos, manantiales o canales.

No existe duda alguna de que los efectos dañinos de las plantas acuáticas sobrepasan sus beneficios. El mundo no puede tolerar el costo ambiental de no tratar estas plantas como un problema extraordinariamente serio, el cual debe ser detenido y efectivamente controlado. Se puede evitar cualquier conflicto de intereses entre los defensores de la utilización y los del control ilimitado mediante la aplicación de un esquema de manejo de la maleza que permita la utilización en pequeña escala y el control paralelo de las infestaciones más problemáticas.

Considerando lo anterior, es importante tomar en cuenta que la enorme biomasa que se produce de estas plantas acuáticas en los ecosistemas que infesta debe estimular su utilización para la fabricación de papel, la generación de biogás, el tratamiento de aguas contaminadas, la producción de artesanías, la elaboración de abonos orgánicos, su empleo en la medicina, forraje para animales, entre muchos otros, por lo que en lugar de eliminarlas hay que darles un buen manejo, usándolas en nuestro beneficio.



FOTO 4



## COMBATIENDO A LOS ORGANISMOS QUE NOS OCASIONAN ENFERMEDADES

Bioquímica  
ARCHIVO

Más de un lector de esta revista ha jugado fútbol o básquetbol en sus ratos de esparcimiento. Alguno de ustedes será muy bueno defendiendo la portería o enviando pases a sus compañeros, pero siempre habrá un jugador que todos recuerdan: el goleador o el encestador por naturaleza. Me refiero a ese amigo o amiga que tiene la habilidad para saber exactamente cómo pegarle a la pelota para meterla en la portería o para encestar en el aro. Detengámonos un momento y pensemos, ¿habrá algún otro deporte donde sea más difícil atinarle a la portería, canasta o blanco? ¿Pensaron en alguno? A mi se me ocurrió uno, el tiro con arco.

Aquellos que no lo conozcan con ese nombre, estoy seguro que habrán jugado dardos o conocerán la historia de Robin Hood, en donde a determinada distancia se usa un arco para lanzar una flecha hacia un blanco. Mientras más cerca del blanco caiga la flecha mejor es el tiro. La verdad creo que lanzar la flecha 50 m y además atinarle a un blanco que no tiene más de 10 cm de diámetro es igualmente meritorio que un gol de media cancha, ¿no creen?

Obviamente en esta colaboración no pretendo discutir en qué deporte puede ser más complicado encestar, meter un gol o atinarle a un blanco, sino en saber cómo le hace un fármaco para aliviarnos de alguna enfermedad que podamos padecer. En este momento, estoy seguro que más de uno pensó: “nos va

a platicar de cómo funciona una medicina, entonces ¿para que me hablo de anotar en una portería?”. Bueno, les pido que sigan leyendo para convencerlos que ambas cosas se parecen.

### ¿DE QUÉ TAMAÑO ES EL BALÓN Y LA PORTERÍA QUE SE QUIERE ATACAR?

La idea que quiero plantearles es: si sabemos que hay microorganismos que nos enferman, lo obvio es querer eliminarlos. Hay varias opciones que podemos utilizar para evitar que entren en nuestro cuerpo por ejemplo, lavarnos las manos antes de comer y después de ir al baño, lavar bien los alimentos, cocinarlos a la perfección, tomar agua purificada, entre otros. Pero por mucho que hagamos para limpiarnos siempre estaremos expuestos a entrar en contacto con microorganismos que nos pueden ser dañinos. Tal vez algunos al ver sus manos piensen: “se ven limpias, yo creo que no pasa nada si no me las lavo”. El punto importante que tienen que comprender es que la palabra “microorganismo” hace referencia precisamente a su tamaño “micro”. La palabra microorganismo o microbio viene de la unión de palabras griegas *micros* (pequeño) y *bios* (vida). Entonces, un microbio o microorganismo es un pequeño ser con vida pero ¿qué tan pequeño es?



Los microorganismos vienen en distintos tamaños y formas. Si imaginamos que partimos una regla de un metro de longitud en mil pedazos, cada uno de éstos lo llamamos un milímetro. Ahora si partimos uno de estos milímetros en otros mil pedazos a cada uno de éstos nuevos pedacitos les decimos micrómetros. Las bacterias que te enferman tienen aproximadamente el tamaño de micrómetros. En este momento, puedes entender que cada vez que te ves las manos y piensas que están limpias en realidad no ves a los microorganismos que te enferman debido a que son muy pequeños.

Ahora que vimos de qué tamaño son, tengo que decirte que aunque pareciera que ya conocemos la portería de la que te hablaba, aún no la encontramos realmente. La portería donde queremos atacar a los microorganismos es aún más pequeña, se trata de algunas partes diminutas que los componen y que son importantes para que sigan vivos. En este caso en particular, te hablaré de las proteínas como aquellas porterías que quiero atacar usando fármacos como balones.

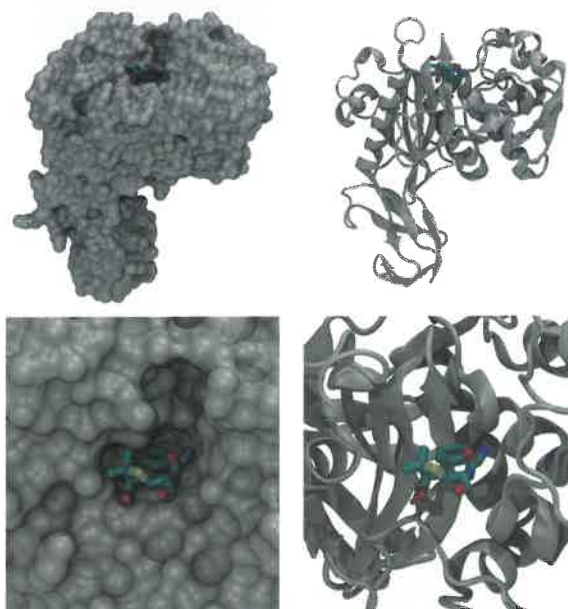
## ANOTANDO GOLES A LOS MICROORGANISMOS

Cuando una persona se enferma corre al médico y este le receta un fármaco, el cual hace que la persona mejore, pero ¿alguna vez has pensado en cómo lo hacen? Se podría decir que cada fármaco ataca a una parte de los microorganismos que hace que estos mueran y la persona se alivie.

Las personas que estudiamos como interactúan los fármacos con las proteínas hacemos uso de un jugador (un programa) que llamamos acoplador o *docking*. Éste prueba donde se podría

pegar el fármaco en una proteína de nuestro interés, y al finalizar nos dice en qué parte de la proteína pudo anotar un gol. Entonces, empleando la información de nuestro jugador podemos comprender cómo el fármaco interactúa con la proteína y así proponer cambios que puedan mejorar su efecto.

Para finalizar quisiera decirte que lo mejor de todo es que desde tu computadora puedes aprender cómo los fármacos y las proteínas interactúan entre sí. Existen programas gratuitos (*VMD*, *pymol* o *chimera UCSF*) que te permiten observar cómo es que se lleva a cabo esta interacción. Las figuras adjuntas a este artículo fueron creadas con el uso de dichos programas, así que si estás interesado en encontrar blancos tú también lo puedes hacer.



Representaciones de la proteína de unión a penicilina del *Staphylococcus aureus* en complejo con la ampicilina.

## ¿QUÉ TIENE EN COMÚN ANITA LAVA LA TINA CON LA EDICIÓN DEL ADN?

Genética  
ARCHIVO

Aunque pareciera el nombre de un nuevo producto comestible, CRISPR/Cas es el nombre de un proceso que permite editar el material genético de manera sencilla. CRISPR significa: “Repeticiones Palindrómicas Cortas Agrupadas y Regularmente Interespaciadas” y Cas es el nombre de una nucleasa que participa en este proceso, es una enzima que se encarga de cortar el ADN.

¡Ey! que no te asuste el nombre, el proceso es fácil de entender y es muy popular, así que te explicaré en qué consiste.

Hace casi 20 años, los investigadores descubrieron en el genoma de una bacteria una serie de secuencias repetidas y palindrómicas, esas que se leen igual de izquierda a derecha y de derecha a izquierda como “Anita lava la tina” o “Adán no calla con nada”. Al principio esto parecía algo sin importancia, sin embargo, cuando se descubrió que diferentes bacterias también tenían estos palíndromos se empezó a pensar que servían para algo. ¡Era el sistema inmune de las bacterias!

Si imaginamos el código genético de una bacteria como un libro, podríamos decir que es un libro bastante simple, pero en sus páginas hay instrucciones precisas para que ésta viva, por lo que debe hacer fotocopias de estas instrucciones constantemente. Cuando una bacteria es atacada por un virus, éste inserta sus propias páginas en el libro de la bacteria para que se las fotocopie. ¿Qué opciones tiene la bacteria para detener a este virus? Tiene que

cortar esas páginas extrañas sin dañar las propias. Se descubrió que cuando la bacteria corta estas páginas, deja algunas secuencias palindrómicas cortas que se van agrupando en espacios regulares. Estas secuencias le sirven como recordatorio del ataque del virus y así, si se vuelve a infectar, puede cortar las páginas-virus más rápido por medio de la nucleasa Cas, la cual es una enzima especializada en cortar el ADN permitiéndole reconocerlas más fácilmente. ¡Qué bacteria tan astuta!

¿Podríamos trasladar y usar este sistema tan preciso y simple en otros organismos? Claro que sí. Ahora mismo está siendo utilizado para modificar genes de bacterias, hongos, ratones y muchos organismos más. Los científicos están eligiendo a las mejores nucleasas Cas que reconocen a las secuencias CRISPR y las guían a cortar el ADN en sitios específicos. Es cómo darle al sastre más experimentado una manta blanca que representa el material genético y decirle que corte solamente dónde encuentre una línea roja. Si no dibujamos la línea, no corta la manta pero si agregamos una secuencia CRISPR que lo guíe, es decir, si pintamos la línea roja a la distancia exacta que necesitamos el corte, el sastre irá directamente a cortar esa línea. Tener esta herramienta suena maravilloso para un biólogo molecular y su potencial está expandiéndose rápidamente.

Ahora ya lo sabes, CRISPR/Cas está revolucionando la manera de modificar genomas de manera simple, como las bacterias.



## ESCARABAJOS DE LUZ, CON SEÑAL DE AMOR.

Biología

ARCHIVO

La bioluminiscencia es la emisión de luz de organismos vivos como los insectos, utilizada para comunicarse, atraer una pareja o presa y para alejar a los depredadores. Ésta es producida por órganos especializados, llamados fotóforos.

La emisión de luz más estudiada en insectos, es la producida por las más de 2 mil especies de luciérnagas. La familia más conocida produce una llamativa luz en la parte inferior de su abdomen, ésta puede ser de color amarillo, rojo, verde o anaranjado, según la especie que la produzca.

La luz brillante es originada mediante una reacción química en la que una proteína presente en su abdomen (luciferina) al estar en contacto con el oxígeno del ambiente genera luz, esto con la ayuda de otra proteína llamada luciferasa que acelera la reacción.

Este proceso se lleva a cabo en células especializadas del abdomen de las luciérnagas: las células luminosas producen la luz, las transparentes la dejan pasar y las reflectoras, que contienen cristales de ácido úrico, funcionan como espejo para irradiar la luz producida. Este mágico fenómeno se produce por intervalos de 6 a 8 segundos.

La elegante y espectacular luz emitida es una luz fría semejante a los LEDs (del inglés *light emitting diode*), ya que casi toda su energía es emitida como luz y menos del 2% es convertida en calor. A diferencia de un foco convencional en el que sólo el 10% de la energía se emite como luz y el 90% se convierte en calor.

La iluminación de estos fascinantes escarabajos es exclusivamente nocturna y específica para cada especie. Los machos tienen unos ojos muy desarrollados que les permiten diferenciar diversos tipos de luces y patrones de encendido e intensidad de iluminación para poder ubicar a las hembras de su especie. Al caer la tarde, los machos recorren lugares boscosos y húmedos buscando una pareja para reproducirse, llevan sus mejores regalos nupciales, que consisten en nutrientes y espermatozoides, y emiten señales luminosas para comunicarse con las hembras durante la conquista.

Las luciérnagas hembras son más grandes que los machos, carecen de alas, permanecen sobre la vegetación o a ras del suelo y producen luz para llamar la atención de los machos por los que se sienten atraídas, de esa manera eligen quién será el papá de sus aproximadamente 50 a 150 hijos.

Algunas de éstas, son ventajosas y utilizan su luz para atraer a los machos, comerlos y así obtener nutrientes y sustancias químicas que le ayudarán a proteger a sus huevos.

En general, todas las hembras van apagando su foquito en señal de haber encontrado pareja o cuando se sienten amenazadas. Aquellas que no encuentran pareja, pueden mantener su luz encendida hasta por 1 semana para llamar la atención de los machos, sin embargo en ese tiempo se consume mucha de su energía y pueden morir en el intento de encontrar pareja.







## HUEVOS LUMINOSOS

Después de aparearse, las hembras producen huevos de 1mm de diámetro que son depositados en el suelo y ¡también pueden emitir luz! En su sangre (hemolinfa) circula una sustancia llamada lucibufagina, tóxica y de mal sabor, que funciona como un mecanismo de defensa contra los depredadores, ya que asocian el mal sabor con la luz y evitan comerlas. Algunas especies pueden ser tan tóxicas que pueden matar a un ratón. De esta forma ahuyentan a los depredadores y están a salvo. Un mes más tarde, los huevos se rompen y salen larvas que miden 5mm. Las larvas se protegen con una armadura resistente llamada cutícula y se alimentan de grandes cantidades de caracoles y lombrices.

Estos pequeños y hambrientos animalitos luminosos cuando son larvas pueden alimentarse de hasta 70 caracoles y recorrer hasta 120m por día. Para alimentarse, las larvas esperan a que los caracoles estén dormidos para morderlos e inyectarles un veneno que afecta a su sistema nervioso y los paraliza, después los succionan y almacenan muchos nutrientes para su etapa de adultos.

## ¿QUÉ ESTÁ OCACIONANDO LA DESAPARICIÓN DE LAS LUCIÉRNAGAS?

Desafortunadamente, las poblaciones de estos maravillosos escarabajos de luz están disminuyendo considerablemente debido a la extensión de la mancha urbana, al uso de pesticidas y la destrucción de su

hábitat. La contaminación de los humanos con luz artificial representa un gran riesgo para la población de machos, debido a que confunden la luz, se acercan, se queman y mueren. Además, las luciérnagas son insectos incapaces de cambiar de hogar, por lo que al verse invadidas o amenazadas, mueren. A pesar de que muchas veces pensamos que los organismos pequeños como los insectos no son muy importantes, no olvidemos considerar que cada organismo tiene su función en el ecosistema y eliminar a las luciérnagas de su hábitat modifica la red alimenticia. Esto nos lleva a considerar que cada metro de zonas boscosas que invadimos los humanos, es un metro en el que apagamos su vida y afectamos el ecosistema.

Las luciérnagas son insectos benéficos, además de que no pican ni transmiten enfermedades, han sido empleadas para controlar algunas plagas y tienen un potencial uso en la investigación médica. Por ejemplo, la proteína luciferina ha sido producida de forma sintética y, por su capacidad de producir luz, ha sido utilizada como un marcador fluorescente en la investigación contra enfermedades como el cáncer, esclerosis múltiple, diabetes, fibrosis quística y enfermedades del corazón.

Por todo lo anterior, conocer un poco más de la vida de estos fascinantes insectos y del funcionamiento de su pequeño cuerpo para emitir luz, ha servido de inspiración para el estudio y análisis funcional de genes de interés en las ciencias biomédicas. La aportación de estos pequeños insectos, nos lleva a la generación de conocimiento, así como al desarrollo de nuevas estrategias diagnósticas y terapéuticas para ayudar a nuestra especie.

# energías

Renovables  
AMIGAS DEL PLANETA

## EL SOL

está en el origen de casi todas las energías renovables de nuestro planeta. Provoca las diferencias de presión en la atmósfera que dan origen a los vientos, además causa la evaporación del agua que forma las nubes y al llover alimenta a los ríos. Por otro lado, el sol sirve a las plantas para su vida y crecimiento y de ellas nos alimentamos humanos y animales.

La Energía solar la podemos utilizar para calentar el agua que usamos para bañarnos usando unos aparatos que se conocen como colectores o calentadores solares. También podemos transformar la energía del sol en electricidad con celdas fotovoltaicas.



La energía es necesaria para realizar cualquier actividad, como jugar, estudiar, correr, hasta respirar. ASIMISMO LA TELEVISIÓN, EL REFRIGERADOR, LA ESTUFA, LOS FOCOS, LOS COCHES, LOS AVIONES, y todas LAS MÁQUINAS también LA requieren.



¿HAS observado que la estufa de tu casa usa gas o leña, los coches y camiones usan gasolina o diesel, la televisión, el refrigerador y los focos usan electricidad?

El gas, la gasolina y el diesel provienen del petróleo que se saca de abajo de la tierra. La mayor parte de la electricidad que usas en tu casa proviene de centrales termoeléctricas que son lugares donde al quemar algún derivado del petróleo se produce electricidad. Cuando quemamos gas, gasolina, diesel o cualquier otro derivado del petróleo contaminamos al planeta. También existen otras fuentes de energía que no dañan a nuestro planeta, por eso decimos que son **AMIGAS DEL PLANETA**, estas fuentes de energías las conocemos como **Fuentes de Energías Renovables**.

## Una Fuente de Energía Renovable

Se obtiene del sol, el viento, las caídas de agua en ríos y presas. El calor de la tierra y los residuos animales y vegetales son algunos ejemplos.



La energía que se obtiene de las caídas de agua en ríos y presas se conoce como **Energía Hidráulica**. Tiene su origen en el "ciclo del agua", generado por el sol, al evaporar las aguas de los mares y lagos. Esta agua cae en forma de lluvia y nieve sobre la tierra, aumentando ríos y vuelve hasta el mar, donde el ciclo se reinicia. El hombre ha construido presas para poder tener control de las caídas de agua y poder producir electricidad todo el año.



### LA ENERGÍA DEL VIENTO O EÓLICA

Se deriva del calentamiento que produce el sol en la atmósfera y en la superficie terrestre. Durante siglos el viento ha movido las aspas de los molinos utilizados para moler el grano o bombear agua. La energía eólica es en la actualidad una de las energías renovables más usadas para producir electricidad.



### LA ENERGÍA GEOTÉRMICA

Se utiliza para generar electricidad. En algunos países también se aprovecha para calentar las casas y los edificios durante el invierno.



Los residuos animales y vegetales son conocidos como: **Fuentes de Energía de Biomasa**



Amiguito es muy importante que:

### No desperdices la energía eléctrica

que llega a tu casa, ya que la mayoría de ella, todavía se produce con fuentes no renovables que contaminan nuestro planeta. Apaga la televisión cuando no la estés viendo, apaga los focos de los lugares que no estés ocupando. Cuando necesites algo del refrigerador sácalo rápidamente y cierra bien la puerta. Toma un baño rápido, así ahorrarás agua y energía.



## TECNOLOGÍA ORGÁNICA FOTOVOLTAICA

Energía

ARCHIVO

Actualmente, debido a la reducción de las reservas de petróleo, la búsqueda de fuentes alternas de energía, que sean renovables, económicas y limpias es de gran importancia mundial. Dentro de éstas se encuentran las celdas solares (o fotovoltaicas); las basadas en materiales inorgánicos han mostrado un gran desarrollo, sin embargo el alto costo de producción ha imposibilitado su uso masivo. Por otro lado, el empleo de materiales orgánicos, aquellos que contienen átomos de carbono en sus estructuras, es una alternativa actualmente considerada por diversos grupos de investigación. Los retos principales para las celdas orgánicas son el incremento de la eficiencia de conversión de energía solar en eléctrica, la reducción en sus costos de fabricación y tener un mayor tiempo de vida.

Algunas fuentes alternas de energía son la eólica (viento), la hidroeléctrica y la solar. Alemania es el principal generador de electricidad mediante procesos fotovoltaicos, no obstante tiene una irradiación de luz solar de aproximadamente la mitad de la de nuestro país, tomando en cuenta que Alemania tiene una superficie de menos de un cuarto de nuestro territorio.

El Plan Nacional de Desarrollo en México contempla seriamente el desarrollo de energías alternas y particularmente la fotovoltaica. El método más familiar usa celdas solares basadas en silicio donde la transformación directa de la luz del sol en electricidad se realiza a través del efecto fotovoltaico (efecto PV por sus siglas en inglés). La industria de estas celdas solares se inició en 1953 cuando científicos de los laboratorios Bell desarrollaron con éxito una celda que convertía 5 % de la energía del Sol en 5 mW de potencia eléctrica. Estas celdas han sido optimizadas y actualmente pueden operar con eficiencias de conversión eléctrica mayores al 20 % y con un tiempo de vida de 20 años. La aplicación de esta tecnología la encontramos en muchos instrumentos como en una calculadora, en un reloj, para la alimentación de teléfonos de emergencia en las carreteras, en lámparas decorativas de jardín, etc. No obstante, la tecnología PV basada en semiconductores inorgánicos como el silicio y otros, requiere condiciones de fabricación muy especializadas que implican un costo alto que hasta ahora ha restringido su uso masivo.



## TECNOLOGÍA INORGÁNICA

Una alternativa a la tecnología inorgánica es el uso de semiconductores orgánicos, inventados en la década de los 70's. Actualmente se ha demostrado el uso de ellos en diversos dispositivos, denominados opto-electrónicos, como los transistores de efecto de campo (FETs) y los diodos emisores de luz (LEDs). En los últimos 20 años se han dedicado grandes esfuerzos para desarrollar diodos emisores de luz orgánicos (OLEDs) los cuales tienen aplicaciones en pantallas (*displays*) e incluso en iluminación. Como resultado de estos esfuerzos, se cuenta ya con una tecnología madura que ha entrado al mercado comercial para competir en varios nichos de aplicación, sobre todo en aquellos en donde se requieren pantallas delgadas, ligeras y flexibles. La maduración de los OLEDs ha impulsado a otras tecnologías basadas en materiales orgánicos; como es el caso de la celda solar orgánica o celda OPV (*Organic Photovoltaics*). Es de interés mencionar que en los OLEDs se aplica electricidad y se genera luz, mientras que en las celdas OPVs se absorbe luz y se genera electricidad.

Las celdas OPVs presentan actualmente una eficiencia de alrededor de 12 %. Tanto el incremento de su eficiencia y de su vida útil, como el almacenamiento de la energía eléctrica obtenida, permitirán competir con la tecnología inorgánica convencional. Hoy el tiempo de vida de las celdas solares orgánicas producidas en los laboratorios es de semanas a meses, aproximándose cada vez más a años.

Por otra parte se recomienda tener acumuladores eléctricos para el almacenaje de esta energía eléctrica foto-generada, ya que, aún y cuando se llegara a tener una alta eficiencia, usualmente no será posible alimentar directamente a algún dispositivo



Figura 1. Prototipo de mochila desarrollado por la compañía SOLARMER donde están integradas celdas OPVs para dar energía a productos personales (celular, cargadores varios, pequeñas lámparas, etc.). A la derecha se observan celdas OPVs transparentes y de colores (para cuidados de estética y gustos del cliente) para su posible uso en, por ejemplo, ventanas de edificios y casas; imágenes de [www.solarmer.com](http://www.solarmer.com); Potenciales usos de celdas solares orgánicas flexibles y transparentes (celdas OPVs); imágenes tomadas de [www.konarka.com](http://www.konarka.com)

con la sola conversión solar. Por ejemplo, las pequeñas lamparillas de decoración en jardines no se encienden directamente con la conversión fotovoltaica sino que durante el día esta energía eléctrica está siendo almacenada en una pequeña batería recargable. Bastaría tener una celda solar orgánica con una relativa baja eficiencia de conversión, por ejemplo 5 %, y un buen sistema de almacenaje para que esta conversión fotovoltaica de energía eléctrica pudiera ser de utilidad para ciertos usos.

Otras dificultades que se observan en la producción de celdas inorgánicas, en particular con silicio cristalino, son su rigidez, la nula transparencia óptica y su gran peso. Por el contrario, las celdas OPVs podrán ser ligeras, transparentes y flexibles, lo cual posibilitará que puedan utilizarse en ropa y mochilas, carpas para fiestas, en ventanas de edificios, etc. (Fig.1). Así como para alimentar eléctricamente pequeños dispositivos como celulares y lámparas de iluminación. Se prevé que ambas tecnologías de celdas solares (inorgánica y orgánica) serán complementarias en un futuro encontrando cada una de ellas sus aplicaciones particulares.

## GPOM-CIO Y COLABORADORES

El GPOM-CIO es un grupo mexicano, que en conjunto con sus diversos colaboradores, a nivel nacional se ha consolidado en el área de la fotónica y opto-electrónica orgánicas. Es líder nacional en el desarrollo de celdas OPVs cuyas eficiencias de conversión energética son cercanas al 7 % y se espera incrementarlas a alrededor del 10 %. Con estas celdas, ya se han fabricado paneles que alimentan pequeños LEDs y motores eléctricos como lo ilustra la (Fig. 2).



Figura 2. Prototipo de panel solar basado en celdas OPVs del GPOM CIO. Alimentación eléctrica de un motor con prototipos de OPVs, ver video: <https://docs.google.com/file/d/0B0Ah1sti5-XAY2kzeExtraXVGVWWM/edit>



## LA NATURALEZA EN LOS MITOS DE TRES CULTURAS

Artes

ARCHIVO

¿Sabes en qué punto del mapa se ubican Japón, Perú y Australia? Si hiciéramos un viaje por los tres países recorreríamos más de veinte mil kilómetros y conoceríamos tres continentes e idiomas diferentes; aunque son muy distantes geográficamente hablando, existe un punto en común entre ellos: la naturaleza y el modo en el que ésta ha condicionado sus ritos, mitos y cotidianidad.

La primera religión mayoritaria en Japón fue el Sintoísmo, que por sus ideogramas significa “El camino de los dioses” presenta a la naturaleza como parte central de la vida cotidiana de los japoneses. Los orígenes de esta religión datan de los siglos V y VI, cuando inició como un conjunto de cultos alrededor de los fenómenos y construcciones naturales a los que los sintoístas daban el nombre de *Kami* que significa Dios. Estos *Kami* o seres espirituales se encuentran ya sea en la naturaleza o en determinados niveles elevados de existencia y han tomado la forma de rocas, ríos, árboles, montañas, etc. Sus mitos principales están recopilados en dos escritos del siglo VIII, *Kokiji* y *Nihonji* donde se describe la creación del cosmos a partir del caos. De ahí que toda la naturaleza sea motivo de culto y de veneración.

En el caso de los aborígenes australianos hablaremos del trinomio paisaje-música-recorrido. Todo parte del tiempo del ensueño o *Altjerinja* en el cual sus antepasados viajaron por el continente cantando el nombre de todo lo que encontraban a

su paso, montañas, rocas, árboles, ríos, lagos, etc. construyendo una serie de mapas orales que definen la naturaleza de su paisaje y su ubicación, por consecuencia los aborígenes son capaces saber su ubicación en un lugar aparentemente indistinguible utilizando los más sutiles elementos del paisaje como un árbol o cualquier accidente geográfico. Estas observaciones permiten vislumbrar la relevancia de la canción en la delimitación del territorio aborígen, su funcionalidad como un marco de pertenencia, de recorrido y de identificación con la naturaleza.

En la Amazonía peruana habitan los Shipibo-Conibos, sus principales actividades son la pesca, la agricultura y la producción de artesanías. La tradición artesanal Shipiba se engloba por el sistema de diseño realizado a mano y sin bocetos denominado *Kené*, para acceder a él las mujeres usan dos métodos de adquisición del conocimiento por medio de plantas y animales de su entorno, en mi trabajo *Susurro Shipibo* las mujeres toman forma de música, sus voces intangibles son las que guían la obra, voces que también guiaron mi experiencia en la Amazonía Peruana. La pieza está dividida en tres gestos simples y sutiles que evocan metáforas de lo perdido, de la cosecha, de la materia prima de su trabajo y del territorio como medio de pertenencia e identidad.

Esta colaboración forma parte de la tesis de maestría *In situ: Una acercamiento a la estructura de lo invisible en el paisaje*.



## COLECCIONISTA DE SONIDOS DE AVES

Bioacústica

ARCHIVO

El estudio de las señales acústicas, producidas por los seres vivos, es conocido como bioacústica, y es fundamental para la comprensión de aspectos de su biología y ecología. Las grabaciones de sonidos biológicos desempeñan un importante papel al permitir conocer y reconocer nuestra gran diversidad biológica, y es uno de los primeros pasos para poder conservarla. En el caso de las aves, las vocalizaciones que emiten son de los sonidos más complejos y uno de sus principales medios de comunicación.

Un archivo sonoro, banco o colección de sonidos, consiste en una serie de grabaciones o cortes realizados en condiciones naturales o en cautiverio, y cada uno corresponde individualmente a un animal o grupo de animales que cantan en un lugar y tiempo determinado.

La grabación de los sonidos emitidos por la vida silvestre inició en Europa y Norteamérica a finales del siglo XIX, pero es hasta la década de los años cincuenta que se inician algunos esfuerzos en América Central y Sudamérica. Sin embargo, las regiones tropicales no han sido cubiertas adecuadamente y el registro es pobre para muchas especies, por lo que se debe incrementar y realizar para que todos los grupos de seres vivos, estén representados en los archivos o bancos de sonidos.

### LA BIOACÚSTICA DE LAS AVES

Los actuales desarrollos tecnológicos (grabadoras digitales) distan mucho de las primeras grabaciones de sonidos de aves que fueron realizadas

en cilindros de cera en 1889 en Alemania por Ludwig K. Koch. Estos avances tecnológicos digitales han permitido que se puedan preservar colecciones en óptimas condiciones y por largos periodos de tiempo, ya que la digitalización tiene muchas ventajas, como su fácil almacenamiento, la fidelidad de las copias y el acceso por medio de bases de datos.

Actualmente existen varios museos en el mundo que albergan colecciones bioacústicas o archivos sonoros, cuya principal función es la de documentarlos, preservarlos y estudiarlos.

Los cantos de las aves son los sonidos más complejos en el mundo natural y uno de sus principales medios de comunicación; son producidos de forma vocal, realizados con la siringe, que equivale a la laringe en los humanos. Las vocalizaciones de las aves se han clasificado en llamados y cantos, los llamados tienden a ser cortos en duración, simples en estructura, mientras que los cantos tienden a ser más largos, complejos, con un patrón estructural y que a menudo funcionan en contextos sexuales y territoriales. Sin embargo, también producen otros sonidos no necesariamente vocales, conocidos como sonidos "mecánicos", son producidos con el pico, alas, patas o cola, y también son un medio de comunicación a corta y larga distancia.

Sorprendentemente las diferencias individuales en las vocalizaciones pueden ser detectadas y diferenciadas, lo que permite al padre o la madre reconocer a sus polluelos, aún dentro de una colonia, como es el caso de las gaviotas, pingüinos, entre otras aves coloniales.



## EL REGISTRO SONORO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

En el Laboratorio de Ornitología de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, desde el año de 1998, se ha realizado un registro acústico a través del cual se establecieron las bases metodológicas para la formación de la Colección de Sonidos de Aves, que ahora forma parte de la Colección Ornitológica del Centro de Investigaciones Biológicas (COCIB). La colección de sonidos está formada por más de mil 900 cortes de cantos de casi 200 especies de aves. Además se tienen grabaciones de otros animales como insectos, anfibios y mamíferos.

Las grabaciones se han realizado principalmente en México, aunque también se tienen de El Salvador y Nicaragua. En México se han realizado grabaciones principalmente en Morelos y Nayarit, pero también en el Estado de México, Chiapas, Guerrero, Jalisco y Michoacán.

La colección está representada también por grabaciones de especies amenazadas, como el "loro corona lila", la "guacamaya verde", la "chara sinaloense", la "codorniz-coluda neovolcánica" y el "mosquero del Balsas". Así como, de especies endémicas de México, destacando el "tecolote del Balsas" y el "tecolote colimense". También se han producido dos guías acústicas: *Cantos de aves de San Blas, Nayarit* y *Cantos y llamados de aves del Corredor Biológico Chichinautzin, Morelos*.

## EL PANORAMA FUTURO

Las colecciones de sonidos son una fuente importante para estudios de carácter científico, asimismo juegan un papel importante en la producción de medios de difusión, como las guías sonoras, éstas pueden ser una herramienta para difundir los sonidos de las especies entre la comunidad, así como para el entrenamiento de personas que llevan a cabo programas de monitoreo acústico o de turismo de naturaleza.

Con la grabación de los cantos de aves descubrimos la gran variedad sonora de las aves y permite una difusión entre las personas de cualquier edad, generando en ellos el interés por saber más de este grupo de organismos a través de sus cantos y llamados.

Las próximas décadas ofrecen un panorama crítico para los ecosistemas tropicales, es urgente grabar, documentar y sistematizar la diversidad de sonidos de la avifauna mexicana para constatar y validar la existencia de las especies, mediante evidencias físicas (archivos sonoros), las cuales deberán depositarse en colecciones idóneas, con la finalidad de garantizar su conservación a largo plazo.

La Colección de Sonidos de la COCIB-UAEM busca fortalecerse regionalmente a través de la investigación y de la generación de conocimiento de los cantos y llamados de las aves. Este tipo de acervos muestra que la avifauna en México es diversa, pero más diverso es su repertorio vocal.







## CHIMALACATLÁN Y LA NOPALERA, EVIDENCIA DE MORELOS PREHISTÓRICO

Paleontología

ARCHIVO

La paleontología es la ciencia que se encarga del estudio de la vida antigua, a través de los fósiles, los cuales son cualquier resto o evidencia de un ser vivo que existió en otro tiempo, como es el caso de los dinosaurios por mencionar un ejemplo.

Actualmente se tienen reportadas múltiples localidades con registro fósil en el estado de Morelos, que van desde el periodo Cretácico hace más de 100 millones de años, hasta la época del Pleistoceno tardío hace 10 mil años. Sin embargo, en esta ocasión empleamos este espacio para hablar de dos localidades emblemáticas de la paleontología morelense correspondientes a esta última época.

En el estado de Morelos existen 14 localidades cuyo registro fósil corresponde a la parte final del Pleistoceno, el cual se caracterizó por grandes cambios climáticos que dieron origen a la famosa era de hielo, derivando en distintas formas de evolución, distribución y extinción de la flora y fauna. Otro acontecimiento importante que ocurrió durante este tiempo fue la llegada del hombre al continente americano. A continuación nos enfocaremos en la discusión de la llamada cueva encantada de Chimalacatlán y posteriormente hablaremos del ejido de la Nopalera.

### LA CUEVA ENCANTADA DE CHIMALACATLÁN

La cueva encantada de Chimalacatlán está ubicada en el municipio de Tlaquiltenango en el estado de Morelos, la cual comenzó a revelar su pasado Pleistocénico con los primeros estudios científicos realizados en 1948 por la Arqueóloga Florencia Müller y el Ingeniero Alberto R. V. Arellano. Entre los registros fósiles más importantes que ha dado la localidad están animales de gran talla como los mastodontes, así como el perezoso terrestre de Harlan, además de estos existe una amplia gama de pequeños vertebrados registrados recientemente, entre los que destacan la tortuga casquito, el tlacuache, así como distintos anfibios como el sapo. Algunos otros reportes no confirmados mencionan la presencia del bisonte (fig. 1) y dos tipos de proboscídeos (animales de trompa alargada emparentados con los elefantes actuales), uno de los cuales vivió durante una época del Mioceno hace más de 20 millones de años.



Figura 1. Bisonte

Tomado y modificado de google imágenes



## TIERRA DE GIGANTES EN LA NOPALERA

El ejido de la Nopalera está inmerso en el municipio de Yautepec. La localidad cuenta con algunos de los registros fósiles más importantes de la entidad. Fue durante julio del año 2007, cuando una lluvia torrencial puso al descubierto los restos de un mamut columbino; derivado de este descubrimiento, se realizó uno de los estudios más completos llegando a determinar la edad, el sexo y la especie del ejemplar. Asimismo, el análisis anatómico de una vértebra caudal del espécimen (fig. 2), reveló la presencia de una fractura, sin embargo, las causas de esta no están claras.

La investigación se logró debido al excelente estado de preservación de los restos, lo cual es producto de las condiciones que dieron origen al yacimiento, que está relacionado a un antiguo cuerpo de agua. Otros resultados obtenidos indican la presencia de herbívoros de gran talla, como es el caso del bisonte, del cual se sabe de otro registro no publicado ocurrido en el año de 1994. Asimismo se pudo documentar la presencia de un caballo cuyos restos están depositados en las instalaciones del Centro INAH Morelos para su identificación, y otros se localizan resguardados en la ayudantía de la localidad.

Cabe resaltar los recientes descubrimientos de microfósiles de moluscos, entre los cuales se hallan caracoles terrestres y de agua dulce, así como pequeñas almejas (fig. 3) todos ellos están en proceso de estudio en el Centro de Investigaciones Biológicas de la UAEM.

## LOS ALCANCES DE LA PALEONTOLOGÍA EN MORELOS

El impacto generado a través de la investigación paleontológica contribuye de manera significativa al conocimiento de la fauna fósil del estado de Morelos, la cual es una clara muestra de cómo pudo haber sido el territorio morelense hace más de 10 mil años. Por ejemplo, la presencia del mamut columbino y los

caballos, indican un medio ambiente relacionado a un pastizal, en contraste con lo que ahora es una Selva Baja Caducifolia. Cabe señalar que los fósiles son un recurso natural que puede ser explotado de manera sustentable, mediante la creación de museos paleontológicos comunitarios. Un ejemplo tangible es el Museo Comunitario de Chimalacatlán, el cual fue concebido gracias a la colaboración de la comunidad, autoridades locales y el Centro INAH Morelos.

Actualmente los autores trabajan en la creación de un museo paleontológico comunitario, así como en la gestión de una colección paleontológica, con el fin de resguardar, conservar y difundir el acervo paleontológico del estado de Morelos.



Figura 2. Vértebra caudal de mamut columbino  
Autor: Biól. Guillermo Nava Leal



Figura 3. Moluscos fósiles.  
Autor: Biól. Gerardo Magaña Amador



Foto 1: La maldad es un concepto creado por nosotros, ningún animal sabe de eso, ningún animal es malo.  
Autor: Carlos Fidencio Ocampo Valdéz



## VER PARA SENTIR Y SENTIR PARA CUIDAR NUESTRO AMBIENTE

Educación ambiental

ARCHIVO

**E**n la actualidad vivimos en una situación ambiental en la que debemos tener socialmente, un grado de conciencia mucho más elevado al que se solía tener en décadas pasadas.

Estamos deteriorando cada vez más nuestro ambiente y existen datos que estiman que se extinguen 2 especies cada hora, si hacemos un cálculo por año, esta cifra rebasa las 17 mil y si a esto le agregamos los millones de hectáreas de bosque que se pierden al año, las toneladas de basura, la cantidad de dióxido de carbono que generamos y los accidentes de la industria que terminan en derrames que contaminan suelos y mantos acuíferos podemos darnos una pequeña idea del gran impacto negativo que entre todos sumamos en contra de nuestro ambiente, nuestro hogar.

Es por ello que estamos obligados a cuidarlo, ya que no podemos darnos el lujo para consideraciones de querer o no hacerlo. Para esto debemos tener y fomentar una cultura ambiental, en la que desarrollemos una conciencia ecológica donde el respeto y el cuidado de nuestro entorno sean los pilares de nuestro actuar, labor que hoy en día lleva entre sus propósitos la educación ambiental, que ha tomado un papel muy importante en la formación de las nuevas generaciones para reforzar e inculcar valores que ayuden a comprender lo importante que es, cómo cuidar nuestro ambiente y todas las especies que lo habitan.



Foto 2: La ignorancia es la causa del miedo y el miedo es la causa de qué le hagamos a los demás seres.  
Autor: Carlos Fidencio Ocampo Valdéz

Para cumplir con esta finalidad se utilizan diferentes estrategias y materiales; dentro de ellos, algo que ocupa un papel esencial son las fotografías e imágenes, especialmente tratándose de imágenes llamativas, ya que son de gran utilidad, porque nos permite conocer de manera gráfica la diversidad biológica, algún lugar o suceso ya sea positivo o negativo, o simplemente ser el complemento de algún texto; sino que por sí solas nos transmiten un “mensaje”, un mensaje inmediato que evoca a nuestras emociones para su interpretación, y que al integrarse se estimula un vínculo sentimental, según la imagen y el mensaje, algo que es importante para crear empatía, una de las cosas que muchas veces nos hace falta hacia la gran mayoría de los animales y nuestro entorno en el trato que les damos; y gracias a que hoy en día vivimos en un mundo mediático en el que las fotografías e imágenes forman parte esencial del lenguaje y de lo que vemos (claro ejemplo tenemos en las redes sociales, televisión, periódicos, etc.), nuestra capacidad de creatividad e interpretación de ellas se sigue desarrollando, al igual que su uso para comunicarnos, lo cual facilita su utilización con fines educativos y de crear conciencia hacia el cuidado del ambiente.



## LA HISTORIA Y LA FILOSOFÍA DE LAS CIENCIAS EN LA ENSEÑANZA DEL DESARROLLO CIENTÍFICO

Filosofía

ARCHIVO

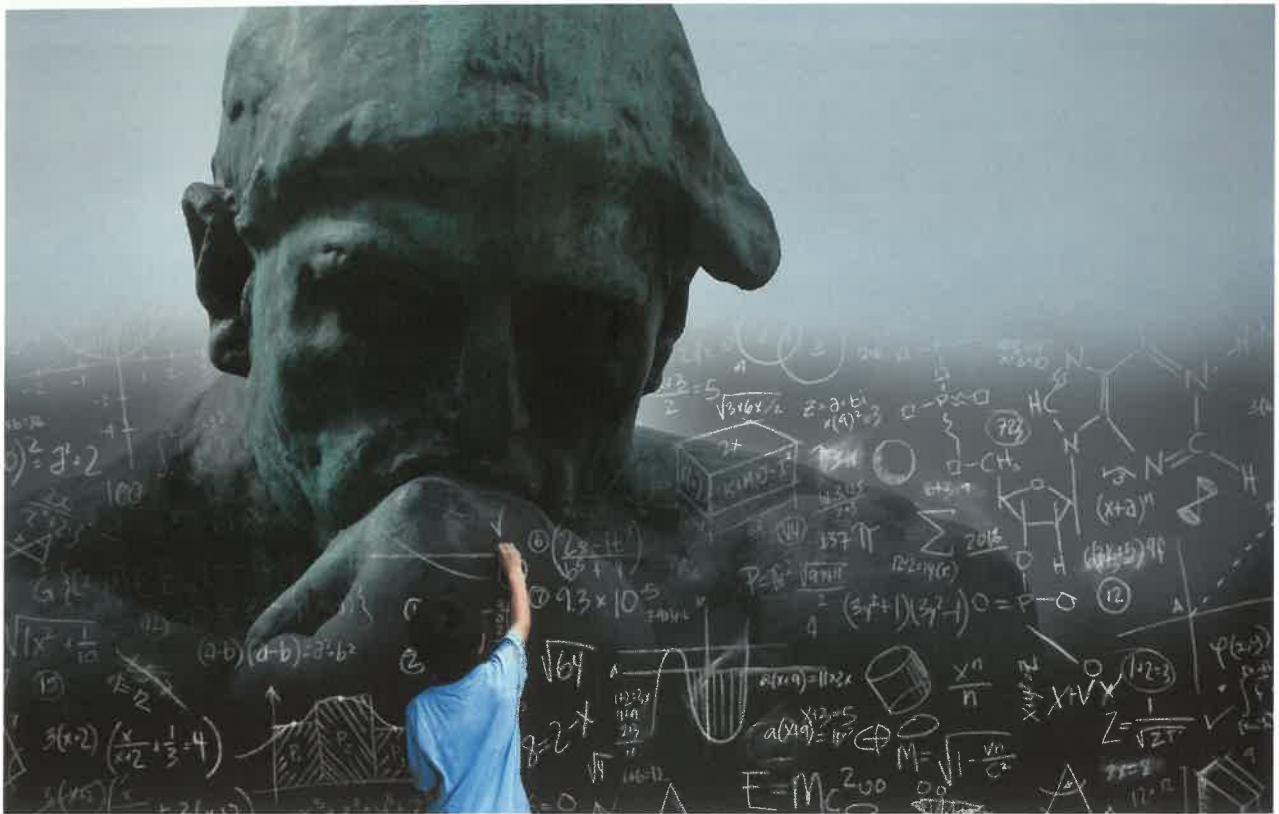
**E**ste trabajo centra la atención en el papel que la historia y la filosofía de las ciencias puede jugar como alternativa para la enseñanza del desarrollo científico y la comprensión de las variadas metodologías que se han empleado para construir las teorías que conforman los planes de estudio de las carreras científicas.

En la tarea de enseñar ciencias, los contenidos epistemológicos – es decir, el análisis de cómo se generan y validan las teorías científicas– que fundamentan y dan estructura a las imágenes de sociales de la ciencia, situación que sin duda, fomenta el desarrollo del pensamiento científico que ha sido impulsado en las últimas tres décadas por su valor pedagógico. Acercar a los alumnos a las características reales del trabajo científico que motiven además su aprendizaje, generará actitudes favorables hacia la ciencia y contribuirá a razonar los métodos de construcción de las teorías; por ello es indispensable que los profesores nos preguntemos cuál es la actitud epistemológica que queremos propiciar en los estudiantes.

### LA HISTORIA EPISTEMOLÓGICA DE LAS CIENCIAS

A menudo, se ha recurrido a una historia de las ciencias anecdótica, a fin de motivar y mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Sin embargo, esa experiencia no siempre ha sido exitosa, pues el uso común que se le da a este enfoque en los medios escolares, ha terminado en ocasiones por volver más pesados los contenidos de la enseñanza. Este problema no deriva de alguna pesadez intrínseca de la historia de las ciencias, sino del hecho de que el uso más frecuente que se hace de ella, se reduce a la erudición, respondiendo a preguntas como “¿quién descubrió los microbios?”, “¿quién es el verdadero padre de la teoría de la evolución?”. Todo el uso se resuelve en asignar un nombre, una fecha o algún dato a un concepto o a una teoría. Se trata del uso cronológico, poco fecundo de la historia de las ciencias que, más bien resulta abrumador, del proceso de enseñanza-aprendizaje, que encontramos en los libros de texto desde la enseñanza básica hasta la superior.





## A MANERA DE REFLEXIÓN

El uso inadecuado de la historia de las ciencias con descubridores enaltecidos como héroes, fechas-hitos, experimentos concluyentes y algunas anécdotas para dar sabor y divertir que presentan una imagen que indica que todo tenía que ser así; “le tocó al naturalista inglés Charles Darwin, descubrir la esencia de la transformación de las especies”, se afirma en la película *La Selección Natural, más allá del génesis*. Esa historia, denominada historia-acontecimiento, es inadecuada en la medida en que promueve una imagen mítica, mística y falsa de la actividad científica.

El uso victorioso de la ciencia de los resultados, carece de significación en el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que al aislar ciertos hechos para atribuirles un valor simbólico, empobrece la realidad y privilegia algún hallazgo que se considera verdad científica vigente, casi absoluta, que elimina la valiosa óptica de la temporalidad de la verdad en la ciencia. La construcción de símbolos corresponde más a las formas de funcionamiento del mito, que a las operaciones lógicas y racionales que deben caracterizar la ciencia.

Utilizar la historia epistemológica de las ciencias, implica conocer y emplear las formas de racionalidad de las ciencias, como tentativa de análisis de verdades, de interpretaciones y teorías provisionales, que en su búsqueda genera nuevas

preguntas en lugar de dar respuesta a todo, obedece al interés de introducir el conocimiento de los procesos de construcción del saber científico, enfocado esencialmente a la genealogía y evolución de los conceptos y las teorías.

La historia epistemológica de las ciencias muestra en detalle los momentos de transformación profunda de una disciplina, pero destaca además cuáles fueron las relaciones sociales, políticas y económicas que entraron en juego y las resistencias a dicha transformación; brinda las herramientas conceptuales para que los estudiantes comprendan la situación actual de la ciencia, su ideología dominante y los sectores que la controlan y se benefician de la actividad científica.

Las consideraciones anteriores implican la adopción de una estrategia de enseñanza, orientada a producir cambios conceptuales y una modificación profunda, respecto a la imagen pública -o popular- de la actividad científica, que realmente exprese la falsa visión de un sólo método en las ciencias, fomentada por la corriente positivista desde el siglo XIX, que sostiene que sólo mediante la observación y experimentación es posible construir novedades teóricas y promover la óptica que destaca la condición social que las comunidades científicas desempeñan, en la legitimación y justificación de los métodos y en el criterio de la verdad.



## EL TEOREMA DEL MILLÓN DE MONOS

Matemáticas

ARCHIVO

**E**n *Última salida a Springfield* Homero es designado presidente del sindicato en la planta nuclear. Para corromperlo, el Sr. Burns lo invita a su mansión. Entre las extravagancias que vemos en su casa figura una habitación llena de monos escribiendo a máquina. Burns explica: «aquí tenemos mil monos trabajando en mil máquinas de escribir. Pronto habrán escrito la más grande novela de toda la humanidad». Burns se acerca a una máquina y lee algo que podemos traducir como: «era la mejor y la peor de todas las épocas» que, con un pequeño error, corresponde al comienzo de *Historia de dos ciudades*, de Charles Dickens.

Esta escena parodia al llamado Teorema del millón de monos, enunciado por el físico francés Émile Borel en 1913. El teorema tiene distintos enunciados, pero esencialmente dice que un millón de monos, aporreando un millón de máquinas de escribir durante un millón de años, terminarían por escribir cualquier libro, como *El Quijote* o las obras completas de Shakespeare.

La idea es que un libro (cualquier texto, en general) consiste en una secuencia de letras, números y signos de puntuación. Un dispositivo que genere combinaciones aleatorias de estos símbolos, tarde o temprano producirá todas las combinaciones posibles. Los monos aporreando máquinas serían este dispositivo.

### ALGUNOS NÚMEROS

Consideremos por ejemplo, las palabras de 5 letras, como LIBRO, MESAS, o HABER. Cada palabra puede comenzar con cualquiera de las veintisiete letras del alfabeto. Para cada uno de estos comienzos hay veintisiete posibilidades para la segunda letra. Es cierto que hay pocas palabras que comienzan con una letra repetida (por ejemplo, LLAVE) pero un mono (o un generador aleatorio) no lo sabe. Entonces hay 27 por 27 (setecientos veintinueve) combinaciones posibles de dos letras. Para cada una de estas combinaciones hay veintisiete posibilidades para la tercera letra. Y así sucesivamente. En resumen, la cantidad de combinaciones de cinco letras que se pueden obtener en nuestro alfabeto es 27 por 27 por 27 por 27 por 27. Eso es igual a algo más de 14 millones. Si nuestro dispositivo generara 100 de estas combinaciones por segundo, tardaría poco más de un día y medio y producirlas a todas.

Parece un tiempo modesto. Pero eso es sólo para una palabra de 5 letras. Si consideramos una frase de 60 caracteres (más o menos la longitud de estos renglones), habría 28, multiplicado por sí mismo 60 veces. Son 28 porque hay que agregar el espacio de separación entre palabras. Eso es un número inmensamente grande de combinaciones, y el generador aleatorio tardaría en obtenerlas más tiempo (mucho más tiempo) que el transcurrido desde el Big Bang. Ni pensar en un libro de tamaño razonable.



Sin embargo, la idea central del teorema es que la cantidad de libros posibles, escritos o por escribir, es finita. Antes calculamos que en un día y medio nuestro generador aleatorio produciría todas las palabras posibles de cinco letras, en cualquier idioma que use el alfabeto latino. Incluyendo las que podría balbucear un bebé o las onomatopeyas de cualquier animal. Trabajando más tiempo terminaría por escribir cualquier libro, incluyendo las tragedias perdidas de Sófocles, las obras completas de los escritores aún por nacer o una recopilación de nuestras composiciones escolares.

## LOS MONOS DE BORGES

La idea detrás del teorema del millón de monos se ha usado muchas veces en la literatura. Uno de los ejemplos más notables es *La biblioteca de Babel*, de Jorge Luis Borges. El cuento compara al universo con una biblioteca dotada de libros, todos iguales en formato: 410 páginas por libro, 40 renglones por página, 80 caracteres por renglón.

Con esto podemos calcular la longitud de la secuencia de símbolos que forma cada libro: 410 por 40 por 80. Eso es igual a un millón 312 mil caracteres. Se nos dice también que el alfabeto usado en la escritura contiene veinticinco símbolos. De modo que la cantidad de combinaciones posibles, la cantidad de libros posibles en esta biblioteca es 25, multiplicado por sí mismo un millón 312 mil veces. Un número tan inimaginable como el calculado antes para los renglones.

Borges (en realidad, el narrador del cuento) señala que muchos de estos libros contienen secuencias sin sentido. Por ejemplo, uno contiene las letras MCV repetidas a lo largo de todas las páginas. Otro consiste en «un mero laberinto de letras sin sentido», excepto por la frase «Oh tiempo tus pirámides» en la penúltima página. En cualquier caso, la biblioteca contiene todos los libros posibles, y su proveedor podría ser el equipo de monos del teorema.

Borges se inspiró para este relato en el cuento *La biblioteca universal*, escrito por el alemán Kurd Lasswitz en 1901. En él dos personas discuten sobre la cantidad y variedad de libros. Uno de los protagonistas demuestra que la cantidad es finita (aunque inmensamente grande).

También en *Los viajes de Gulliver* hay una alusión al teorema del millón de monos. En la academia de Lagado hay una máquina que consiste en muchísimos cubos enhebrados en alambres. Los cubos pueden girar alrededor de los alambres y tienen impresos los distintos símbolos del idioma del lugar. Al hacer girar todos los cubos se generan combinaciones aleatorias, algunas de las cuales los académicos

copian para recopilar todas las obras posibles.

Otro relato acerca del teorema es *Lógica inflexible*, del escritor Russel Maloney. En este caso el protagonista decide comprobar el teorema empíricamente y pone a seis monos a trabajar en sendas máquinas de escribir. Para su sorpresa, los monos escriben libros de Shakespeare, de Homero, de Dickens sin producir ninguna secuencia aleatoria.

## MONOS VIRTUALES

En 2003 científicos de la Universidad de Plymouth, en Devon, Inglaterra, llevaron a la práctica una comprobación del teorema: dejaron un teclado en la jaula de los monos del Zoológico de Paignton. Los monos solamente escribieron largas tiras de la letra S mientras orinaban y defecaban sobre el teclado.

A falta de monos, la generación de secuencias de caracteres se puede hacer fácilmente en una computadora. Existen en internet muchas páginas con ese objetivo. Por ejemplo, el primero de julio de 2003 se puso en marcha el sitio *The Monkey Shakespeare Simulator*. Contiene un programa escrito en lenguaje Java que simula un conjunto de monos tipeando aleatoriamente. El objetivo es producir alguna obra de Shakespeare o un fragmento. Hasta ahora los mejores resultados obtenidos fueron un texto de 24 letras contenido en Enrique IV y otro de 30, correspondiente a Julio César. (Aparentemente, el proyecto fue suspendido).

Del mismo estilo es *The fantastic typing Cybermonkey*. La página invita a los visitantes a reportar cualquier coincidencia entre las secuencias obtenidas y algún monólogo de Hamlet.





## VIGILANTES NOCTURNOS: BÚHOS CREPUSCULARES

Biología

ARCHIVO

Los búhos son aves rapaces de hábitos nocturnos y crepusculares, tienen varias características anatómicas que las hacen excelentes cazadoras, como la posición frontal de los ojos que les permite tener una visión binocular, una más es el disco facial que tiene una función muy similar a la de una antena parabólica que le ayuda a dirigir el sonido hacia su estructura auditiva, también tienen garras afiladas y patas fuertes, las plumas son muy suaves y esponjosas, lo que hace que tengan un vuelo muy silencioso, la característica más destacada es la posibilidad de girar la cabeza hasta  $270^\circ$ , y es así como son capaces de escuchar y ver a su presa en cualquier posición.

Podemos encontrar a estas especies en ambientes como la tundra, desiertos y selvas; dentro de su ecosistema ocupan el puesto más alto de la cadena alimenticia.

En México están distribuidas a lo largo de todo el territorio nacional, y se reportan 32 especies, de las cuales tres de ellas son endémicas, es decir, solo

se encuentran en nuestro país; el estado de Morelos tiene 11 especies de búhos, dentro de estas se tienen dos de las tres especies endémicas del país: el tecolote colimense y el tecolote del Balsas.

### ¿DE QUÉ SE ALIMENTAN ESTAS ESPECIES?

Los búhos tienen una dieta variada y cazan desde mamíferos medianos y pequeños como conejos, ardillas, ratones y reptiles como lagartijas, además de pequeñas aves como colibríes o gorriones, y existen algunos que son pescadores; en el caso de invertebrados, consumen polillas, escarabajos, arácnidos y ciempiés, una vez que ya capturaron a su presa, la pueden ingerir por completo o en pedazos según sea el tamaño, y después de concluir el proceso de digestión, los búhos tienen un mecanismo por el cual regurgitan el material no digerible como pelo, plumas, huesos o extremidades de escarabajos en pequeñas bolitas llamadas egagrópilas.







### ¿Y QUÉ HAY DE SU REPRODUCCIÓN?

Los búhos no hacen sus nidos, si no que ocupan los que dejan otras aves como es el caso del pájaro carpintero. Asimismo pueden utilizar también las madrigueras de algunos mamíferos como los zorros o los perritos de las praderas, es por ello que se les denomina anidadores secundarios. El tecolotito es un ejemplo de búho que regularmente ocupa oquedades, mientras que el tecolote llanero anida en madrigueras.

Una vez elegido el sitio adecuado para la puesta, la hembra coloca los huevos que son de color blanco y los incuba por aproximadamente un mes; durante este tiempo el macho es el encargado de cuidar los alrededores para evitar depredadores y le lleva alimento a la hembra.

Al nacer las crías no tienen plumas y tienen los ojos cerrados, al cabo de unos días les comienza a salir el plumón –plumas muy esponjosas y suaves parecidas al algodón– con el cual evitan que el pollo pierda calor rápidamente. Al paso de los días el plumón se les va cayendo y comienzan a salir las plumas cobertoras y las de vuelo, durante todo este tiempo de crianza los padres se encargan de proveerles alimento hasta que ellos mismos son capaces de volar y capturar algunas presas; todo este proceso dura alrededor de 30 a 35 días.

### ¿QUÉ NECESITO PARA SALIR A BUSCAR BÚHOS?

Como en todo estudio relacionado con las aves, se necesitan binoculares, guías para su identificación, redes de niebla, que sirven para capturar aves, y si es posible una cámara para tener registro fotográfico del individuo y una guía sonora para identificar los cantos de las diversas especies.

Las técnicas utilizadas para el estudio de los búhos son variadas como censos, capturas y marcación de individuos, por mencionar algunos. En este caso se explicará a grandes rasgos una de las más utilizadas, la cual consiste en establecer puntos de vocalización a lo largo de un trayecto, por ejemplo, se puede tener un sitio de dos kilómetros, en el cual se cuenta con 8 puntos de vocalización, uno cada 250 metros; en cada uno de estos puntos se reproduce un canto grabado previamente esperando que algún individuo conteste ante el llamado y se acerque hasta al punto de emisión. Se recomienda que las observaciones –registros visuales y/o fotográficos– se realicen en horas crepusculares y nocturnas indicando la hora y la fecha en algún formato propio.

Es importante realizar estudios biológicos, conductuales y ecológicos relacionados con las especies de búhos, nuestros vigilantes nocturnos, que nos puedan brindar una mayor comprensión de su función en los ecosistemas como depredadores y reguladores de ciertas especies.



# EL USO DE LA NANOTECNOLOGÍA EN LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Físico-matemáticas y Ciencias de la Tierra

ARCHIVO

¿Te gustaría vivir sin energía eléctrica? No, ¿verdad? Sin ella no tendríamos alumbrado público en las calles, ni en nuestras casas, no podríamos usar un teléfono celular o una tablet. La generación de energía eléctrica se lleva a cabo principalmente por la quema de combustibles fósiles (derivados del petróleo y carbón), los cuales producen contaminación al ambiente. Pero, una opción más limpia para conseguir energía eléctrica es mediante el uso de energías renovables como la solar fotovoltaica, que es en la cual la energía del sol es convertida directamente en electricidad mediante celdas solares (fig. 1 y 2), éstos dispositivos los podemos ver todos los días al transitar por la autopista que atraviesa la Ciudad de Cuernavaca, en las lámparas que iluminarán el camino de noche. Las celdas solares son fabricadas comúnmente de silicio tipo-p y silicio tipo-n (materiales semiconductores con diferente conductividad eléctrica, necesarios para formar la celda) del cual también están hechos la mayoría de los dispositivos microelectrónicos.



Figura 1. Fotografía de módulos fotovoltaicos.



Figura 2. Fotografía de celdas solares acopladas a una lámpara

Por otro lado, para complementar la generación de energía eléctrica a través de celdas solares se realiza investigación sobre la preparación de materiales nanoestructurados. Los materiales nanoestructurados son aquellos en los que al menos una de sus dimensiones se encuentra en el rango de la nanoescala, es decir, entre 1 y 100 nanómetros. Un nanómetro es igual a la mil millonésima parte de un metro ( $1 \text{ nm} = 0.000 \text{ 000 } 001 \text{ m}$ ). La incorporación de materiales nanoestructurados en celdas solares para la generación de energía eléctrica, puede llevarse a cabo en distintas configuraciones: 1) Celdas solares híbridas, formadas por un material orgánico y un material inorgánico, por ejemplo nanocristales de selenuro de cadmio y un polímero conductor; 2) Celdas solares de películas delgadas, formadas por dos materiales inorgánicos nanoestructurados, por ejemplo cobre-indio-selenio y sulfuro de cadmio; 3) Celdas sensibilizadas con tintes o con nanopartículas semiconductoras, por ejemplo óxido de titanio y colorante (estas celdas además contienen un electrolito en forma líquida); 4) Celdas con puntos cuánticos, que son pequeñísimas partículas menores a 5 nm de materiales semiconductores, como sulfuro de plomo o selenuro de plomo. Dentro de los materiales orgánicos nanoestructurados se encuentran los nanotubos de carbono que tienen la forma de una malla de gallinero envuelta en sí misma, y los fullerenos (fig. 3) que tienen la forma de una pelota de fútbol, estos materiales se han utilizado bastante debido a sus excelentes propiedades, un nanotubo de carbono puede tener menos de 1 nm de diámetro y se han reportado hasta con varios centímetros de largo.

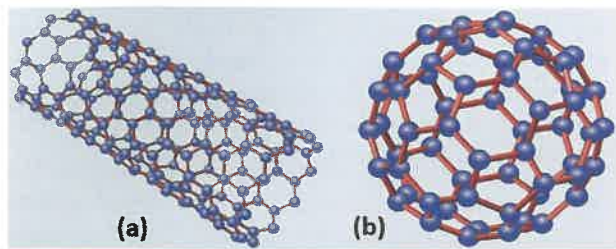


Figura 3. Estructura de (a) nanotubo de carbón y (b) fullereno.



- Propiedad Intelectual
- Transferencia Tecnológica
- Incubadora de Alta Tecnología

Contacto: De 9:00 a 17:00 Hrs.

Autopista México/Acapulco Km 112  
Fraccionamiento Santa Fe,  
Xochitepec, Morelos,  
Parque Científico y Tecnológico  
Innovacyt

La Innovación y Transferencia Tecnológica son la herramienta  
para el Desarrollo Sustentable.

[www.cemitt.net](http://www.cemitt.net) / [cemitt@cemitt.net](mailto:cemitt@cemitt.net)



Nicolás Copérnico y el sol en el centro



que afirmaba que el Sol se encontraba en el centro de la Tierra, que giraba una vez cada año en una órbita alrededor del Sol.

La teoría de Copérnico establecía que la Tierra giraba sobre sí misma una vez cada día, y que una vez cada año daba una vuelta completa alrededor del Sol. En sus modelos, la Tierra se encontraba en un punto cualquiera de su órbita, pero no en el centro.

# HYPAC CLUB

[WWW.HYPACLUB.MORELOS.GOB.MX](http://WWW.HYPACLUB.MORELOS.GOB.MX)



EXPRECIENCIA  
¿QUIEN DIJO?  
SORPRENDETE  
EXPERIMENTA  
MINIREPORTAJES  
HEROES DE LA CIENCIA

**Con  
Ciencia**

¡Un programa televisivo  
de ciencia diferente!

VISITANOS EN YOUTUBE  
[WWW.YOUTUBE.COM/CCYTEM](http://WWW.YOUTUBE.COM/CCYTEM)





MORELOS  
PODER EJECUTIVO

# MUSEO DE CIENCIAS DE MORELOS

MARTES A VIERNES  
9:00 A.M. A 5:00 P.M.

SÁBADOS, DOMINGOS Y DÍAS FESTIVOS  
10:00 A.M. A 5:00 P.M.

INFORMES: (52)777 3123979 EXT. 8  
WWW.FACEBOOK.COM/MUSEOCIENCIASMOR

## CASA DE LA TIERRA



AV. ATLACOMULCO NO. 13, ESQUINA CALLE LA RONDA, COL. ACAPANTZINGO, INTERIOR DEL PARQUE SAN MIGUEL ACAPANTZINGO, CUERNAVACA, MORELOS, MÉXICO. C.P. 62440

MORELOS  
PODER EJECUTIVO  
Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología

MORELOS  
PODER EJECUTIVO  
Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos

MORELOS  
PODER EJECUTIVO  
Museo de Ciencias de Morelos



www.museodecienciasmorelos.org.mx