



IFUAP - CIDS - FCFM

# ***La Carrera Espacial a Marte***



## DIRECTORIO

Rector

Dr. Alfonso Esparza Ortíz

Director del Instituto de Física

"Luis Rivera Terrazas" (IFUAP)

Dra. María Eugenia Mendoza Álvarez

Director del Instituto de Ciencias (ICUAP)

Dr. Jesús Francisco López Olguín

Director de la Facultad de Ciencias

Físico Matemáticas (FCFM)

Dra. Martha Alicia Palomino Ovando

## COMITÉ EDITORIAL

Angélica Sierra Romero

angelicasiro@gmail.com

Erick Leonel Espinosa Villatoro

erickleoev@gmail.com

Jorge Luis Pérez Ramírez

jorgelperam@gmail.com

Marcos Bautista Muñoz

bautistamarcos@gmail.com

Sergio Villa Cortés

svillacortes@gmail.com

## AGRADECIMIENTOS

La impresión de este nuevo número ha sido posible gracias al apoyo de:

IFUAP - ICUAP/CIDS - FCFM

Programa de Fortalecimiento de Calidad  
Educativa

(PFCE-2018/2019) SEP

## EDITORIAL

*Equipado con sus cinco sentidos, el Hombre explora el Universo que lo rodea y a sus aventuras las llama Ciencia.*

*Edwin Powell Hubble*

Después de una larga espera, con mucha alegría les traemos la séptima edición de la revista *Con-Ciencia Estudiantil*. Los autores de los artículos que conforman esta revista son parte vital de la misma, es por ello que les agradecemos por su enorme espíritu divulgador. A su vez, les mandamos un cálido agradecimiento a nuestros lectores por su paciencia y la gran curiosidad que expresan por los temas relacionados con la ciencia, lo cual nos sirve de motivación para seguir explorando maneras de presentarles nuevo contenido en cada edición.

Queremos agradecer también de manera especial a Grano de Sal y su serie Biblioteca Científica del Ciudadano, por su colaboración en el concurso "Tu Tesis en Corto", extendiendo el agradecimiento al Dr. Daniel Mocencahua Mora por su colaboración en la selección de los ganadores del concurso que contó con más de 150 textos. Los artículos ganadores y menciones especiales se encuentran en la nueva sección homónima.

Esperamos que disfruten de la lectura del número actual, tanto como nosotros disfrutamos de su realización. Extendemos la invitación a todos aquellos que compartan nuestro entusiasmo por la divulgación científica a participar en este proyecto, ya sea colaborando con artículos o difundiendo la revista para que este proyecto continúe por muchos números más.

Comité editorial

La revista *Con-Ciencia Estudiantil* no se hace responsable del contenido de los artículos aquí presentados los cuales son enteramente responsabilidad de cada uno de los autores. Cualquier comentario y/u observación debe hacerse directamente al correo del autor correspondiente.

**Año 7, núm 2 - Verano 2020.**  
**Tiraje de 100 ejemplares impresos**



|                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ■ <b>Presentación</b> .....                                                                      | 2  |
| Comité Editorial                                                                                 |    |
| ■ <b>Portada: La Carrera Espacial a Marte</b> .....                                              | 3  |
| Comité Editorial                                                                                 |    |
| ■ <b>Actualidad: Abundancia del ocelote (<i>Leopardis pardalis</i>)</b> .....                    | 4  |
| Belen Teni Mosso-Medina                                                                          |    |
| ■ <b>Hablando de: Prevención en cirugía: Ayuno</b> .....                                         | 5  |
| Sara Itzel Velázquez Valencia                                                                    |    |
| ■ <b>Tu Tesis en Corto</b> .....                                                                 | 10 |
| Concurso                                                                                         |    |
| ■ <b>Estudiantil: Atando cabos: Hilando la historia del estudio de los nudos</b> .....           | 19 |
| Adriana Sierra Romero                                                                            |    |
| ■ <b>Hablando de: Obreras, reinas y epigenética: más allá del ADN</b> .....                      | 23 |
| María Sara del Río Pisula                                                                        |    |
| ■ <b>Local: Entrevista al Dr. Jorge Velázquez Castro</b> .....                                   | 26 |
| ■ <b>Hablando de: La importancia de la conectividad del paisaje</b> .....                        | 32 |
| Edgar G. Leija y Manuel E. Mendoza                                                               |    |
| ■ <b>Estudiantil: Sistema de captación de agua de lluvia</b> .....                               | 37 |
| Mauricio Alejandro Espinosa Albores                                                              |    |
| ■ <b>Estudiantil: Estudio de la calidad del aceite de girasol por el método del prisma</b> ..... | 41 |
| Wilmer A. Gómez Fierro y Emiro S.                                                                |    |
| ■ <b>Hablando de: Los pastos marinos y sus propiedades farmacológicas</b> .....                  | 44 |
| Hugo Sánchez Hernández                                                                           |    |
| ■ <b>Ilustrada: Noche de las estrellas (en pandemia)</b> .....                                   | 47 |
| Ulises Salazar Kuri                                                                              |    |



# PRESENTACIÓN

---

Les damos la más cordial bienvenida al séptimo número de *Con-Ciencia Estudiantil*. Agradecemos el apoyo de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas (FCFM), del Instituto de Física Ing. Luis Rivera Terrazas (IFUAP) y del Centro de Investigación en Dispositivos Semiconductores (CIDS), y por supuesto a todos nuestros lectores y colaboradores que hicieron posible la publicación de este nuevo número.

La finalidad de la revista *Con-Ciencia Estudiantil* es aportar a la divulgación científica, y generar un espacio para que los estudiantes del área de ciencias exactas, naturales y de la salud puedan expresarse y comunicar sus conocimientos científicos al público en general.

En este nuevo número de *Con-Ciencia Estudiantil*, tuvimos la oportunidad de contar con la participación de autores de diversas universidades del país y en esta ocasión también de otros países. Además, incluimos secciones nuevas y retomamos las acostumbradas secciones de números anteriores:

- **Portada:** foto, imagen o dibujo que, más allá de su belleza, nos enseña algo importante e interesante sobre la ciencia.
- **Local:** presenta entrevistas a investigadores locales destacados, donde conocemos un poco más sobre su vida, cómo llegaron a hacer una carrera científica y que hacen actualmente.
- **Actualidad:** incluye tópicos diversos, desde acontecimientos que han marcado el rumbo de la historia de la ciencia, hasta eventos recientes e importantes.
- **Hablando de:** artículos claros y sencillos sobre temas básicos de la ciencia.
- **Estudiantil:** artículos redactados por estudiantes en los cuales describen temas de interés relacionados con su área de estudio.
- **Tu Tesis en Corto:** estudiantes platican de manera breve, interesante y divertida sobre el trabajo de investigación que están llevando a cabo en distintas instituciones.
- **Ilustrada:** se encarga de llevar a ustedes fotografías e imágenes sobre la ciencia en general.

Esperamos que este número sea de su agrado y los invitamos a participar en los próximos, ya sea por medio de una colaboración o enviando comentarios o sugerencias. Además, contamos con espacios dentro de la revista para difundir información sobre congresos, concursos, escuelas y cualquier actividad científica. Pueden escribirnos a [conciencia.buap@gmail.com](mailto:conciencia.buap@gmail.com).

## Comité editorial



Sergio



Erick



Angélica



Marcos



Jorge

## La Carrera Espacial a Marte

Por Comité Editorial

Por Martín Loera (diseño de portada)

El ser humano siempre se ha sentido atraído por la idea de otros mundos, mirando hacia el firmamento. Intentando imaginar aquello que se oculta entre las estrellas. La invención del telescopio en el siglo XVII sólo avivó esta curiosidad, pero al hombre ya no le bastaba con observar. Debía volverse parte de aquello que se extendía más allá del horizonte, más allá de cualquier frontera. Estos deseos están plasmados en los trabajos de Julio Verne, que pensaba en la Luna como los griegos pensaban en los selenitas. O en la obra “Matadero cinco” de Vonnegut, donde Billy se vuelve un astronauta.

Pero la realidad supera la ficción, la Luna es un sueño cumplido. Ahora, los marcianos de H. G. Wells no invaden nuestra Tierra, somos nosotros quienes estamos conquistando su Planeta Rojo, Marte.

Fue el 15 de agosto de 2020 cuando, por primera vez, se reunió el comité editorial de este número de la revista *ConCiencia Estudiantil*. Unos días antes, el 19 y 23 de julio de 2020, Emiratos Árabes y China lanzaron su primera misión espacial a Marte, llamadas *Hope* y *Tianwen-1*, respectivamente. Tianwen está nombrada por el antiguo poema chino “Preguntas al cielo”. Tal vez esta misión responda algunas de esas preguntas.

Unos días después, el 30 de julio de 2020, Estados Unidos lanzó el *Mars 2020* con el rover *Perseverance*, que se une a la larga lista de misiones a Marte que ha realizado este país. Unos días antes de que se escribiera este texto, el 5 de febrero de 2021, la sonda espacial de China envió la primera imagen

del Planeta Rojo, mostrando que se encontraba muy cerca de lograr su objetivo. Viajemos, no en el espacio, sino en el tiempo, al 10 de febrero, un día antes del cierre de la presente edición, China se convirtió en el primer país en llevar un orbitador, un módulo de aterrizaje y un robot teledirigido con ruedas en una sola misión a Marte. Sus objetivos: estudiar la atmósfera y el suelo marcianos.

Con *Tianwen-1*, China se propuso realizar en una sola misión lo que a la NASA en Estados Unidos le ha tomado años de esfuerzos y múltiples misiones. *Perseverance* parece ser un buen nombre para el robot estadounidense. Por su parte, la sonda *Hope* entró en órbita el pasado 9 de febrero, y se espera que el próximo 18 de febrero la misión *Mars 2020* cumpla su objetivo.

Nosotros, sin que nos lo propusiéramos, hemos tardado en editar el presente número de la revista casi el tiempo en que una sonda espacial viaja de la Tierra a Marte. El lector decidirá si esto se clasifica como rápido o lento.

La carrera espacial a Marte comenzó el 10 de octubre de 1960, cuando la URSS lanzó la *Mars 1*, la primera de varias de sus misiones. Fue hasta 1964 cuando Estados Unidos envió la sonda *Mariner 3*. Posteriormente, se unieron a la conquista marciana la Unión Europea, Japón, Reino Unido, India, Emiratos Árabes y China. Actualmente, la meta es llevar una misión tripulada a Marte para la década de 2030. ¿Qué seguirá después? El tiempo lo dirá.

**Agradecemos a Martín Loera por mostrarnos cómo imagina la superficie de Marte, y por permitirnos usar este paisaje en la portada de nuestra revista.**



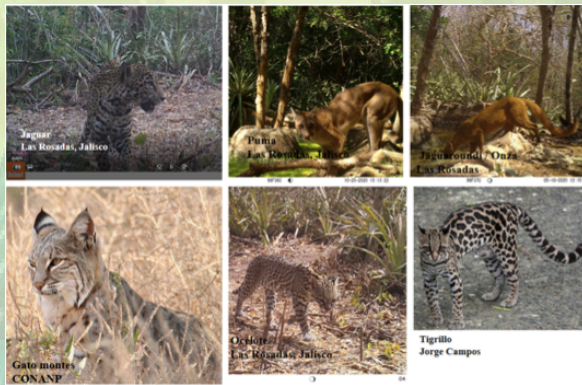
Izquierda: La primera imagen es una escala de grises de Marte captada por Tianwen-1, a una distancia de 1,36 millones de millas (2,2 millones de kilómetros) del planeta, según la CNSA. Questioning the heavens (Crédito de la imagen: CNSA/PEC (Planetary Exploration of China)). Derecha: Tianwen-1, la misión de China a Marte. Créditos de imagen: [cnn.com/tianwen-1](http://cnn.com/tianwen-1).



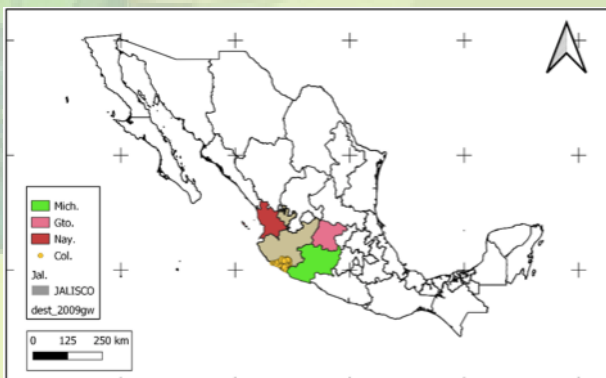
## Abundancia del ocelote (*Leopardis pardalis*) en el desarrollo turístico "Las Rosadas" Chamela, Jalisco

Por Belen Teni Mosso-Medina

México es conocido como un país con una alta variedad de especies, esto se debe a factores climáticos y geográficos que han creado factores favorables para esta diversidad. En nuestro país existen seis de las cuarenta especies de felinos: el jaguar, el puma, el ocelote, el gato montés, el jaguarundi/onza y el tigrillo (F-1). Los felinos juegan un papel importante como control biológico, por otra parte, se les considera capaces de reflejar el grado de perturbación de un área.



En el occidente del país (Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán y Guanajuato) (F-2) se conoce como una zona de transición biogeográfica entre las regiones Neotropicales y Neártica. El estado de Jalisco representa el tercer lugar del orden carnívora. El desarrollo turístico "Las Rosadas" juega un papel importante para la conservación, ya que, está aledaño de la Reserva Biosfera de Chamela-Cuixmala. Este estudio nos brinda información actual sobre la condición del ocelote en el predio turístico "Las Rosadas", Jalisco.



Belen Teni Mosso-Medina

Nacida en la Ciudad de México. Con preparación académica en la Universidad Simón Bolívar, durante el periodo 2015-2018. Las prácticas profesionales fueron realizadas durante 2018 en el zoológico de Chapultepec, en el área de enriquecimiento animal. El servicio social se llevó a cabo en la Universidad de Guadalajara Centro Universitario de la Costa Sur, en el Programa De Monitoreo De Flora y Fauna en el Desarrollo Turístico Las Rosadas, misma donde se realiza la tesis "Abundancia relativa de *Leopardus pardalis* en la zona privada Las Rosadas, Chamela, Jalisco", de la cual se extraen los datos del presente artículo.

[belen.mosso.me@usb.edu.mx](mailto:belen.mosso.me@usb.edu.mx)



Se utilizó el método menos invasivo y económico (cámara trampa). Por ser un monitoreo continuo y permanente, se cuenta con cuatros sitios, donde se colocó una cámara en cada sitio. Se utilizaron los registros de cinco años con un total de 5261 días de trampa, con 632 registros independientes de ocelote. La abundancia nos permite conocer el número de individuos de una especie en relación al total de las demás especies que se registraron en un estudio. Para calcular la abundancia se divide el número de registros independientes entre el número total de los días trampa, Por lo tanto, al conocer que el ocelote es la segunda especie con mayor abundancia (0.12), indica que hay disponibilidad de presas y que el área no se encuentra perturbada.



La densidad permite conocer el número de individuos que se encuentran en un área y/o hábitat. Se calcula dividiendo el valor de la abundancia entre el número que cubre el área de muestreo. La densidad es de 5.32 ind/km<sup>2</sup>, por consiguiente, es importante seguir conservando el área

menos fragmentada del predio, esto ayudara a que siga habiendo paso entre la región neotropical y la región neartica, es importante que el ocelote mantenga su distribución, ya que ayuda a mantener un equilibrio en los hábitats donde se encuentra. Los ocelotes son principalmente nocturnos con tendencia crepuscular, es decir, tienen actividad al amanecer y al anochecer. La mayor actividad es en la madrugada de 2:00 a.m. - 5:00 a.m. y la actividad crepuscular es 6:00 a. m. - 7:00 a. m. La actividad de la noche es 20:00 p.m. - 24:00 a.m. (F-3).



## Prevención en cirugía: Ayuno

Por Sara Itzel Velázquez Valencia

La cirugía es una rama de la medicina que emplea operaciones para el tratamiento de enfermedades o lesiones. Una cirugía o intervención quirúrgica puede consistir en cortar, raspar, suturar o modificar físicamente los tejidos y órganos del cuerpo.



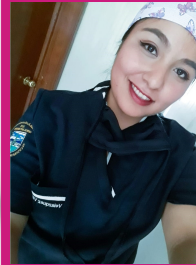
En el ranking de los mejores sueldos en México el de los médicos cirujanos se encuentra hasta el 23° lugar, a pesar de salvar vidas constantemente.

Estas se realizan con el fin de alterar estructuralmente el cuerpo humano mediante la incisión o la destrucción de tejidos y forma parte de la práctica de la medicina. La cirugía también es el tratamiento diagnóstico o terapéutico de afecciones o procesos de enfermedad mediante cualquier instrumento que provoque la alteración localizada o la transposición de tejidos humanos vivos, entre los que se incluyen los láseres, los ultrasonidos, las radiaciones ionizantes, los bisturíes, las sondas y las agujas [1].

Las intervenciones quirúrgicas son medidas resolutivas necesarias en una inmensa cantidad de enfermedades, pero como todo tratamiento, el paciente se expone a complicaciones, sobre todo al tratarse de una opción invasiva, donde distintos mecanismos fisiológicos son activados, alterados y de acuerdo al tipo de intervención, desactivados. Sin embargo, existe en la medicina, una balanza de riesgos y beneficios, tratando de obtener ganancia antes de realizar cualquier procedimiento. Para ello, es necesario cumplir con las medidas preventivas correspondientes al médico, en este caso cirujano o anestesiólogo, como las indicaciones que el paciente puede llevar a cabo para colaborar en su propia protección. La indicación más solicitada a los pacientes con cirugías programadas o electivas es el ayuno [1,2].

Las intervenciones quirúrgicas son un tratamiento invasivo, que predisponen a los pacientes de sufrir complicaciones, el ayuno es una de las medidas principales para reducir las en las cirugías electivas o también llamadas programadas, de hecho forma parte de las indicaciones posquirúrgicas; sin embargo, el ayuno es un requisito que en situaciones de emergencia es muy difícil de llevar a cabo, debido a ello existen alternativas que previenen las complicaciones asociadas a una intervención quirúrgica [3].

Sara Itzel Velázquez Valencia



Egresada de la Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca de la carrera de médico cirujano, en la cual durante su formación formó parte de los alumnos instructores, específicamente en el área de cirugía. Desde la mitad del año 2020 es médico interno de pre-grado en una institución del IMSS como parte de su formación profesional.

itzel\_velazquez@outlook.es

### ¿Qué es una cirugía electiva y una de emergencia?

Una cirugía electiva es cuando el paciente tiene el tiempo suficiente para analizar cuidadosamente los riesgos y beneficios del procedimiento e identificar lo más conveniente. Se realiza por indicación médica o por decisión del propio paciente (por ejemplo, cirugías estéticas) y el mejor momento para realizarla se define entre el médico y el paciente. Por otro lado, una cirugía de urgencia es aquella en la que la enfermedad o las lesiones accidentales ponen en riesgo la vida o la función de una zona importante del cuerpo, por lo que requiere una valoración e intervención inmediata para salvar al paciente.

Para este tipo de cirugías no existe un horario, el paciente llega al hospital, dependiendo de la gravedad de su enfermedad o lesión se estabiliza y se pasa inmediatamente para su atención en el quirófano [4,5].

### ¿Qué es el ayuno y por qué es una medida preventiva en cirugía?

El ayuno se define como la “abstinencia de toda comida o bebida desde la medianoche anterior” según la RAE. Es decir, la restricción de ingerir alimentos sólidos o líquidos por la boca antes de una cirugía desde la medianoche previa a la intervención quirúrgica. El ayuno era elegido como método para disminuir el riesgo de que el contenido gástrico ascienda por reflujo gastroesofágico o vómito producido al inducir la anestesia, y así evitar que se dirija a las vías respiratorias, provocando la aspiración accidental de sólidos o líquidos por la vía aérea (broncoaspiración). El objetivo de esta conducta es evitar el riesgo de neumonía e incluso de muerte que se podía producir si el contenido gástrico se aspiraba durante la cirugía [6-8]. Sin embargo, estudios señalan que un ayuno demasiado prolongado no significa que el estómago este vacío, sino que ahora está ocupado con jugos gástricos. Además, señalan que la ingesta de agua 2 horas previas a la cirugía disminuyen la cantidad de contenido gástrico y su acidez [7,9].



### ¿Por qué el ayuno es de 8 horas?

Esto se debe a que durante el proceso de digestión, hay un tiempo determinado que pasan los alimentos en el estómago el cual consiste en movimientos musculares estomacales más secreciones, gástricas, biliares y pancreáticas. Este tiempo sirve para disminuir el volumen de comida en el estómago. No obstante, dependiendo el tipo de alimento el vaciado del estómago completo será en menor o mayor tiempo.

### ¿El ayuno implica alimentos sólidos y líquidos?

Sí, implica la suspender la ingestión tanto de sólidos como líquidos, aunque guías actuales de anestesiología, indican que podrían consumirse líquidos hasta 4 horas previas, sin embargo, el riesgo permanece. En el siguiente recuadro, se mencionan los tiempos mínimos previos a la cirugía en los que se puede realizar la ingesta de alimentos líquidos o sólidos [6].

#### Ayuno preoperatorio

- 2 h líquidos claros (infusiones, jugos colados, Gatorade, gelatina)
- 4 h leche materna
- 6 h leche de vaca, fórmula, comida ligera (pan, tostada, galleta, infusiones con o sin leche descremada, jugos colados, gelatina, jalea)
- 8 h comida sólida completa [6]

### ¿En qué tiempo posterior a una cirugía puede ingerir alimentos un paciente?

El tiempo en que puede iniciar la dieta es correspondiente al tipo de anestesia a la que fue sometido un paciente y al tipo de cirugía que se le realizó. Por ejemplo, en las cirugías abdominales, realizadas bajo anestesia regional, aún sin datos de perforación o resección del tracto digestivo, pero sí manipulando alguno de sus órganos necesita de un reinicio de dieta por lo menos 6 h posteriores de la cirugía. Además de contar con previa estancia en recuperación sin datos de residuos anestésicos, sin presencia de náuseas o vómito, comenzando con dieta líquida, cambiando posteriormente a dieta blanda y normal entre 8-12 y hasta 24 horas dependiendo de la tolerancia del paciente [10].

*Cada año se realizan más de 300 millones de cirugías en todo el mundo. De las cuales se desconoce la cantidad de complicaciones que ocurren después de la operación, pero puede ser de 10 % en tipos específicos de cirugía.*

### ¿Cuáles son las medidas que se toman en caso de no contar con ayuno de 8 horas, como en las cirugías de urgencia?

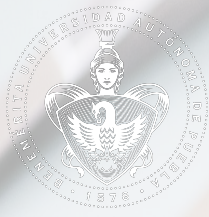
Se utiliza anestesia general, es decir que el paciente es intubado, esto permite una mejor vigilancia de la vía aérea (respiración). Además de que se administran fármacos que aceleran el vaciamiento gástrico, aun así, el riesgo es mayor que en los pacientes con ayuno, quienes aún sin contenido gástrico también pueden presentar vómito durante la cirugía [1].

### ¿Durante el ayuno las personas se descompensan?

No, en las soluciones (sueros) intravenosos, se administran los requerimientos diarios, tanto energéticos, como electrolíticos. Las soluciones son calculadas de acuerdo al peso que es el dato marcador de los requerimientos.

En ocasiones los pacientes se quejan de hambre ¿Significa que se están descompensando?

No. Aunado a la respuesta anterior, el hambre no implica que estén cubiertos con los requerimientos necesarios de su cuerpo, de hecho, si no se les administraran y estando en un estado de nutrición normal, el cuerpo cuenta con sus propias reservas, que para el tiempo que dura el ayuno, pre, trans y posquirúrgico ni siquiera son agotadas [3,5].



### ¿Cuál es el máximo tiempo que una persona se podría sostener con las reservas energéticas?

Lo primero a tomar en cuenta es que el organismo tiene reservas. Se ha encontrado que estas reservas están fuertemente relacionadas al peso de cada persona. Por ejemplo, en un hombre de  $\sim 70$  kg, y 1.7 m de altura, las reservas con las que cuentan son:

- Glúcidos:  $300 \text{ g} (4 \text{ cal/g}) = 1\,200 \text{ kcal}$ . Duran unas 24 h.
- Lípidos:  $10 \text{ a } 11 \text{ kg} (9 \text{ cal/g}) = 100\,000 \text{ kcal}$ . Duran más de 40 días y en individuos muertos por inanición aún existen depósitos de grasas (esta es la reserva energética más importante).
- Proteínas:  $10.5 \text{ kg} (4 \text{ cal/g}) = 45\,000 \text{ kcal}$ . Casi no se consumen.

Durante el ayuno las propias reservas son consumidas, siendo los lípidos la principal fuente de energía. Las ventajas con respecto a prótidos y glúcidos son:

- Su valor calórico es de  $9 \text{ kcal/g}$ , por lo cual, con un menor

volumen, y con el mismo peso se puede obtener mayor cantidad de energía.

- Se puede almacenar sin la retención de agua.
- Vitaminas: muchos autores afirman que las vitaminas del grupo B se consumen muy poco durante el ayuno y en el cuerpo todos los mecanismos posibles de ahorro se ponen en marcha, para evitar la pérdida de vitaminas de este grupo mediante su eliminación por los canales habituales [10,11].

Finalmente, podemos decir que el objetivo fundamental del ayuno es reducir al máximo el peligro de regurgitación y aspiración de contenido gástrico durante la inducción de la anestesia durante la cirugía. Ya que una persona bajo anestesia general carece de los reflejos necesarios para evitar el paso del contenido del estómago a las vías respiratorias. Por ello, es necesario que el paciente llegue al quirófano con el estómago vacío. Cada especialista informará sobre todo el proceso a realizar previo, durante y después de las cirugías, y así mismo indicará el tiempo de ayuno que se debe realizar antes de ingresar al quirófano y los motivos por los que el ayuno es importante para que todo salga bien.

## Referencias

- [1] What is a surgery? <https://www.medicinenet.com/surgery/definition.htm>, visitado en 2020.
- [2] A. Sánchez, K. Papapietro, Nutrición preoperatoria en protocolos quirúrgicos para una mejor recuperación postoperatoria (Protocolo ERAS), Rev. Med. Chile, 145 (2017), 1447-1453.
- [3] López-Muñoz A.C., et al. Guías de ayuno preoperatorio: actualización. Rev. Esp. Anesthesiol. Reanim., 2014.
- [4] Cirugía electiva o de urgencia, visitado en 2020.
- [5] J. B. Ochoa-Gautier, Incorporación de la nutrición a las iniciativas de la calidad en cirugía electiva, Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo., 3(1) 2020 18-20
- [6] R. Albero, A. Sanz, J. Playán, Metabolismo en el ayuno, Endocrinol. Nutr., 51 (4) (2004) 139-48.
- [7] R. Pellejero-Jiménez, Manejo nutricional perioperatorio: Revisión Bibliográfica, Universitat Oberta de Catalunya, 2019.
- [8] M. De Luca, C. M. Maidana, D. M. Pietrasanta, S. V. Velázquez, P. L. Ruscitti, Duración del ayuno preoperatorio en pacientes con cirugía programada, Rev. Hosp. Ital. B. Aires, 39 (3) (2019) 77-80.
- [9] M. Casais, Pautas actuales de ayuno preoperatorio: Bases fisiológicas, RAA, 67 (2) (2009) 119-129.
- [10] M. Folcini, et al., Guías de la asociación de anestesia, analgesia, y reanimación de Buenos Aires para el ayuno perioperatorio en pacientes adultos y pediátricos en procedimientos electivos, Rev. Argent. Anesthesiol., 4 (1) 2016 10-18.
- [11] P. Saz-Peiró, M. Ortiz-Lucas, Fisiología y bioquímica en el ayuno, Medicina naturista, 1 (1) (2007) 10-19.

# GRANO DE SAL

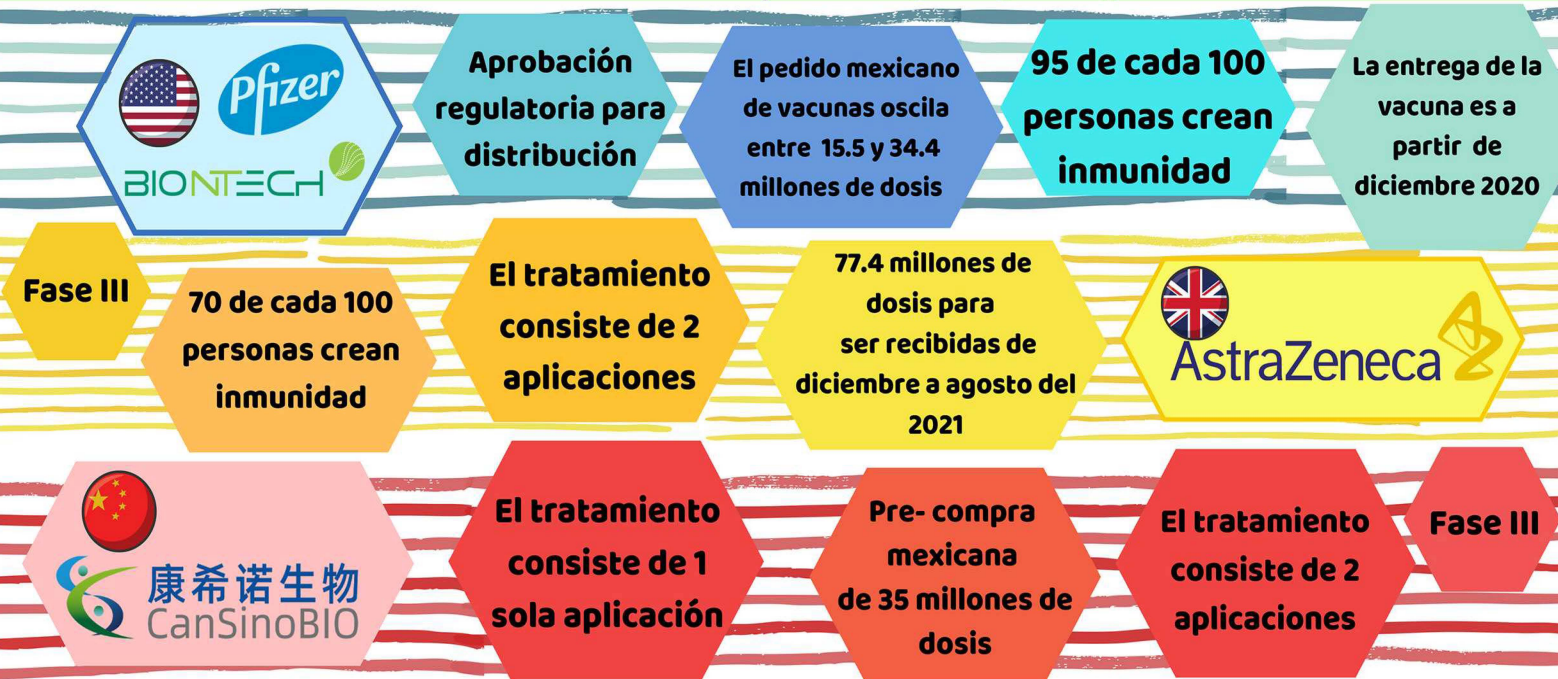
<https://granodesal.com/biblioteca-cientifica-del-ciudadano>



# VACUNAS CONTRA COVID-19 DISPONIBLES EN MÉXICO

## ¿QUÉ ES UNA VACUNA?

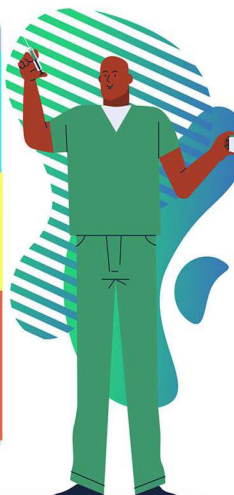
Es la mezcla de bacterias, virus o microorganismos con el propósito de generar una producción de anticuerpos destinada a humanos o animales para adquirir inmunidad a una enfermedad específica (OMS, 2020).



## VACUNAS

## ¿CÓMO FUNCIONAN?

|                        |                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Pfizer/BIONTECH</b> | Compuesta de ácido ribonucleico, codifica las células musculares para imitar la proteína viral y crear inmunidad.                                                                                    |
| <b>AstraZeneca</b>     | Las dos dosis tiene grandes cantidades de virus no replicantes que asimilan al coronavirus, creando un intenso tratamiento que inmuniza al cuerpo.                                                   |
| <b>CanSinoBio</b>      | Un virus ajeno al coronavirus es ingresado con información de millones de virus no replicantes y una secuencia de COVID-19. Al contener una proteína conocida como espícula, el virus se neutraliza. |



## FASES

## ALCANCE DE PRUEBAS

|                 |                                                                                                                                                     |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Fase I</b>   | Testeo (experimentación) de la vacuna a menos de 100 adultos para evaluar su funcionamiento, incluyendo estudios de dosis y cómo será administrada. |
| <b>Fase II</b>  | Testeo (experimentación) de 200 a 500 personas en dónde se dará a conocer la eficacia de la vacuna.                                                 |
| <b>Fase III</b> | Testeo (experimentación) de cientos a miles de humanos que se hará con el objetivo de aprobar la vacuna para su administración.                     |

## Instituto Interactivo Alfred Binet

### Autores:



Anette A. Camela Garza



Matheus Raynal Cobo



Carlos Salazar Martínez

## Referencias

-N. (2020b, noviembre 18). Inicia México ensayo clínico de fase 3 de la vacuna de CanSino contra la COVID19. COVID-19, Comisión UNAM de Atención a la Emergencia. <https://cutt.ly/8hMyLqv>  
 -García, F. P. (2020, 18 diciembre). ¿Cómo funcionan las vacunas de Pfizer-BioNTech y de AstraZeneca en el cuerpo? - Semanario Universidad. <https://cutt.ly/8hMyLqv>  
 -OMS. (2020). Vacunas. En: Organización Mundial de la Salud. Obtenido de: <https://bit.ly/3gwyBmf>.  
 -S.A. (junio, 2013). Cómo funcionan las vacunas. En: FUNDACIÓN Carlos Slim. Obtenido de: <https://bit.ly/3gvykND>.  
 -World Health Organization. (Enero, 2019). OMS/ Las etapas de la fabricación de la vacuna contra la gripe pandémica y su duración. En: Organización Mundial de la Salud. Obtenido de: <https://bit.ly/3757X34>. Consultado el 1 de diciembre del 2020.  
 -Alis, Krupskaia. (octubre 14, 2020). México, un paso más cerca para la obtención de vacunas contra covid-19. En: CNN. Obtenido de: <https://cnn.it/372JMA>. Consultado 1 de diciembre del 2020.  
 -Ruiz, A. S. (2020, 20 noviembre). Pfizer, Oxford, Moderna... ¿Qué vacuna del Covid-19 le va a tocar? En: Cinco Días. Obtenido de: <https://bit.ly/3qFPbEX>. Consultado el 1 de diciembre del 2020.  
 -Opinión, D. (9 noviembre, 2020). Vacuna de Pfizer contra COVID-19 se basa en técnica nunca antes probada. En: La Opinión. Obtenido de: <https://bit.ly/37N3j6K>. Consultado el 1 de diciembre del 2020.  
 -Mena, Mónica. (23 noviembre, 2020). ¿Qué tan eficaces son los candidatos a vacuna contra la COVID-19? En: Statista. Obtenido de: <https://bit.ly/36YmrPM>. Consultado el 1 de diciembre del 2020.



# HUBBLE

## 30 AÑOS DE DESCUBRIMIENTO

Orbitando muy por encima de la Tierra, el Telescopio Espacial Hubble **viaja a través del espacio** capturando imágenes de las maravillas y misterios del universo.

### ¿QUÉ ES EL HUBBLE?

El Telescopio Espacial Hubble es un **telescopio reflector Cassegrain**. Fue lanzado desde el transbordador espacial **Discovery** el **24 de abril de 1990**, el Hubble orbita a una altitud de aprox. **560 km**.

El telescopio mide **43,5 pies** (13,2 metros) de largo y pesa **27,000 libras** (12,250 kg).



**LANZAMIENTO**  
24 de abril de 1990

### A QUE NO SABÍAS...

El Telescopio Espacial Hubble ha hecho más de **1 millón de observaciones** y genera un alrededor de **10 terabytes** de información por año.

Además, el Hubble reveló que el **universo** tiene entre **13.000 y 14.000 millones de años**, una medida más precisa en comparación con el rango calculado anteriormente de 10.000 y 20.000 millones de años.

¡Este año es su **30 aniversario**!

### LA IDEA DEL HUBBLE...

**Nancy Roman** se encargó de la planificación desde cero de la misión relativa al Hubble. La idea de un dispositivo así se comentaba desde que el astrónomo **Lyman Spitzer** lo había planteado en **1946**.

El telescopio fue **bautizado** con el nombre de "**Hubble**" porque una de sus misiones principales era determinar la **edad del universo**, y éste fue el principal campo de estudio del astrónomo estadounidense **Edwin Hubble**.



**EDWIN HUBBLE**  
(1889-1953)



**NANCY ROMAN**  
(1925-2018)



### REFERENCIAS

- HubbleSite. (s/f). MISSION AND TELESCOPE. Recuperado de <https://hubblesite.org/mission-and-telescope>
- L, Luis. (2020). 20 cosas curiosas del telescopio espacial Hubble en su aniversario. Recuperado de <https://folou.co/ciencia/datos-curiosos-telescopio-espacial-hubble/>
- Pérez, R. (2019). Nancy Roman, la madre del Hubble. Recuperado de <https://mujeresconciencia.com/2019/01/24/nancy-roman-la-madre-del-hubble/>



## Primer Lugar:

### El Venom que todos llevamos dentro: Factores de Transcripción

Por Teresa Hernandez Segura

¿Te has puesto a pensar cómo le hacemos para pasar de ser una sola célula a ser organismos de muchas células, de cientos de tipos distintos, a pesar de que todas tienen la misma información genética? En la célula existen agentes aduanales, conocidos como factores de transcripción (TF), que le permiten a la célula decidir cuál información genética leer en cada situación, como durante el desarrollo embrionario, desde las esponjas hasta los vertebrados, como nosotros. Muchos de estos TFs son interesantes de estudiar porque tienen un comportamiento como el de Venom. ¿Recuerdas al personaje Venom de Marvel? Venom es un simbionte alienígena que no tiene forma definida hasta que se une a su huésped (humano). Las proteínas que presentan regiones con comportamiento Venom se conocen como intrínsecamente desordenadas (IDs).

Estudiar a las IDs de manera experimental es difícil porque se encuentran en movimiento constante y eso dificulta tomarles fotos. Una forma de saber cómo son es estudiarlas usando computadoras como si fueran microscopios. ¿Te imaginas cómo? Hay una técnica llamada dinámica molecular (DM), la cual nos permite simular movimientos de una proteína y buscar las posibles estructuras que adopta. Imagina al mundo de las proteínas como pequeños legos en donde cada pieza puede ser complementaria de otra dependiendo de su estructura, como cuando armamos un rompecabezas. Lo mismo sucede con las proteínas Venom. La importancia de encontrar las estructuras que adoptan las IDs de los TFs por DM, es que nos permite predecir cuáles moléculas podrían ser su huésped, y de qué manera podrían estar interactuando.

El mundo de las IDs no es nuevo, se sabe de su existencia desde hace unas décadas, pero por el hecho de no conocer su estructura son consideradas el lado oscuro de las proteínas. Finalmente, además de su comportamiento Venom, las IDs también son bipolares. Resulta que las IDs funcionan como un aeropuerto, donde diferentes moléculas llegan a interactuar con ellas; dependiendo de las moléculas con las cuales interactúen, pueden tener un comportamiento bueno y realizar funciones necesarias para la vida celular, o tener un compor-

#### Teresa Hernandez Segura

Teresa Hernández Segura obtuvo el Doctorado en Ciencias por su investigación en el Centro de Investigación en Dinámica Celular del Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), México. Obtuvo la Maestría en Medicina Molecular en la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM) México, y es Ingeniero en Biotecnología por la Universidad Politécnica del Estado de Morelos (UPEMOR). Actualmente es estudiante de Ingeniería en Desarrollo de Software por la Universidad abierta y a Distancia de México, México. Investiga temas relacionados a la biofísica molecular de proteínas desordenadas haciendo uso de técnicas de simulación de dinámica molecular. Sus intereses están relacionados al manejo masivo de datos científicos (Data Science). Ha publicado los siguientes artículos: "Hernández-Segura T et al., (2020) Las proteínas Mystique de nuestras células. Hypatia Vol. 62. <https://www.revistahypatia.org/biofisica.html> "Hernández-Segura T, Pastor N. (2020) Identification of an  $\alpha$ -MoRF in the Intrinsically Disordered Region of the Escargot Transcription Factor. ACS Omega 5(29):18331-18341. <https://doi.org/10.1021/acsomega.0c02051>



Doctorado en Ciencias, Centro de Investigación en Dinámica Celular, UAEM

[teresa.hernandez@uaem.mx](mailto:teresa.hernandez@uaem.mx)

tamiento oscuro y participar en diferentes enfermedades como el Alzheimer o el cáncer. Por lo tanto, entender a las IDs, en sus estructuras, movimientos y asociaciones con otras moléculas, es esencial para entender el papel que representan en la célula.

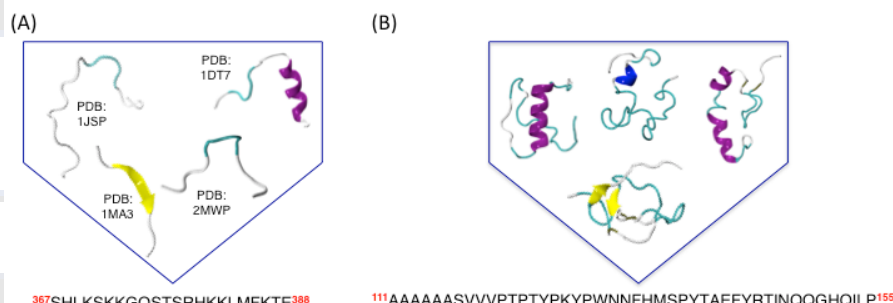


Figura 1. Ejemplos de proteínas *Venom*. Diferentes estructuras que pueden adoptar (A) el dominio C-terminal (CTD) del TF p53 expresado en humanos y (B) la región S2 del dominio N-terminal del TF Escargot (Esg) expresado en la mosca de la fruta.



## Segundo Lugar:

### ¿Quién me observa cuando me alimento? Guppies forrajeadores.

Por Guadalupe López Nava

Imaginate estar comiendo un enorme y delicioso helado. Agradable, ¿no? Visualiza esa misma situación, pero ahora frente a un público que tiene mucha hambre y que observa cada uno de tus movimientos. No tan encantador, ¿verdad? Esta situación no sólo es común para los humanos, también lo es para otros animales. Especialmente para aquellos que buscan y obtienen su alimento (comportamiento de forrajeo) en grupos. Sin embargo, la habilidad de identificar a otros individuos presentes y luego modificar el comportamiento de acuerdo con el contexto, tiene que ver con sus grandes capacidades cognitivas y sociales. Esto quiere decir, que la mera presencia de otros afecta el comportamiento de los individuos. Los ecólogos evolutivos llaman a este fenómeno “Efecto Audiencia”. El cual ha sido documentado y estudiado en primates (incluyendo humanos) y aves, pero ¿qué hay sobre otros grupos que también son sociales? Por ejemplo, los peces.

Los guppies (*Poecilia reticulata*) son pequeños peces víparos, cuyos machos son coloridos. Estos machos, dedican constantemente tiempo y energía a alimentarse y reproducirse, dos actividades biológicas muy importantes. Por lo tanto, nos preguntamos si los machos guppies también son capaces como nosotros y otras especies, de modificar su comportamiento de obtención de alimento en presencia de una audiencia. Para saber la respuesta, entrenamos a los guppies para que se alimentaran en pequeñas placas llamadas parches de forrajeo. Posteriormente, registramos su comportamiento de búsqueda y obtención de alimento (forrajeo) en distintos contextos sociales: solos, con sólo hembras, con sólo machos y con ambos.



### Guadalupe López Nava

Mi nombre es Guadalupe López Nava, soy recién egresada de la licenciatura de Biología en la BUAP, este año comenzaré mi maestría en Evolución, Ecología y Sistemática en la Universidad de Múnich en Alemania. Me encanta investigar y conocer sobre genética y comportamiento animal bajo la luz de la evolución. Hacer ciencia me permite sacar lo mejor de mí misma como mujer y como ser humano. Con mi pequeña contribución a la divulgación científica espero poder compartir este asombro y curiosidad por la naturaleza con los demás.



guadalupe.lopnava@gmail.com

Ahora sabemos que los machos guppies son capaces de modificar su comportamiento dependiendo de quién sea la audiencia, aun si ésta es desconocida para ellos, y si está cerca o lejos de la fuente de alimentación. Probablemente, los guppies utilizan la información que otros peces proveen acerca de los recursos alimenticios para maximizar sus oportunidades tanto alimenticias como reproductivas.

Esta investigación se suma a la creciente evidencia que afirma que las capacidades cognitivas y sociales de los peces no son tan limitadas como creíamos. También nos ayuda a entender los factores que determinan el forrajeo social en los animales y cómo esto afecta su supervivencia. Así que recuerda, la próxima vez que veas a un pez comiendo es posible que al igual que tú, la presencia de otros también le incomode.

## Tercer Lugar:

### Superficies con dirección principal canónica en el espacio hiperbólico.

Por Zamantha Yaneli Guerrero Zarazua

Imagine que dos aviones inician sobre el ecuador y toman dirección hacia el norte. Si viajan a la misma velocidad, estos se encontrarán en el polo norte. Esto se debe a la curvatura de la tierra, la cual decimos que es positiva. Pero ahora imagine que la tierra tuviese curvatura negativa. Los aviones cada vez estarían más lejos uno del otro, y jamás regresarían. Estas son las características del espacio hiperbólico.

Ahora queremos diseñar un estadio. En la vida real, estos generalmente constan de filas de sillas que inician al centro y se extienden hacia afuera, donde la altura de cada fila depende de qué tan lejos está del centro.

## Zamantha Yaneli Guerrero Zarazua

Zamantha estudió la Licenciatura en Matemáticas Aplicadas en la Universidad Autónoma de Querétaro, la Maestría en Ciencias Matemáticas en el Instituto de Matemáticas, Unidad Juriquilla, y actualmente estudia el Doctorado en Ciencias Matemáticas bajo la dirección del Dr. Gabriel Ruiz Hernández.

Doctorado en Ciencias Matemáticas, Instituto de Matemáticas, Unidad Juriquilla, UNAM  
zamantha.guerrero@gmail.com



Esta especie de tazón es un ejemplo de una superficie con dirección principal canónica. Pero, en el espacio hiperbólico las distancias no se comportan igual. Las distancias no son rectas porque nuestro espacio ya no es recto. Es necesario generar nuevas herramientas para analizar este tipo de superficies.

Entonces, ¿cómo medimos las distancias en espacios curvos? Si quisiéramos medir la distancia desde aquí hasta China, no tomaríamos una línea recta, sino que nos moveríamos a lo largo de la tierra, con su curvatura natural, sin cambiar de rumbo. Al final, obtendremos un arco desde aquí hasta nuestro destino. En el espacio hiperbólico hacemos lo mismo. Para medir una distancia, tomamos una curva sobre la superficie, que no de vueltas ni cambie de dirección, y medimos su longitud. No necesariamente sería una recta, pero así se percibiría al recorrer el camino. A este tipo de curvas les llamamos geodésicas.

Para diseñar nuestro estadio, iniciamos con una primera fila de sillas al centro. Para colocar las demás sillas, en lugar de medir las distancias hacia afuera con rectas, las medimos con geodésicas. Tomamos una geodésica que inicie en la primera

silla de la primera fila y medimos cierta distancia predeterminada fija. Aquí colocamos otra silla. Regresamos a la segunda silla de la primera fila, tomamos otra geodésica con la misma longitud y colocamos otra silla. De esta manera, variando la silla inicial y la distancia fija, podemos rellenar el estadio.

Este es un tema de interés en la geometría diferencial, y todas estas ideas se pueden expresar mediante ecuaciones. Pero, las ideas detrás siempre son las más bonitas.

## Mención Honorífica:

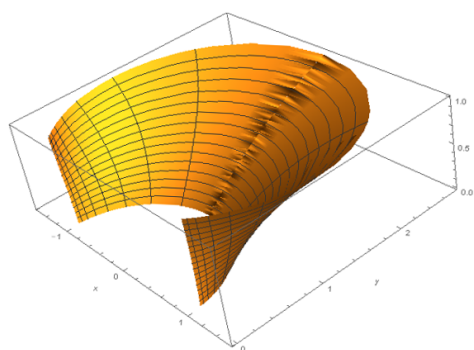
Una pequeña mejora en una técnica simple de síntesis, para producir un material con características superiores para súper baterías.

Por Wendy Sarahí López Santos

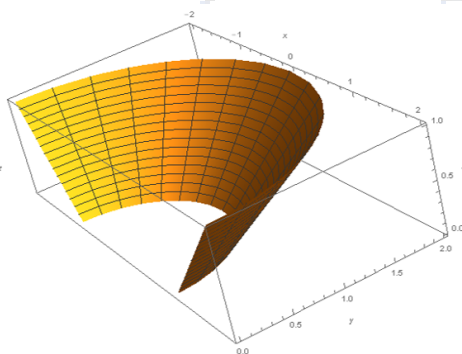
Todos queremos que la batería de nuestro celular permita un uso prolongado (alta capacidad) y se cargue muy rápido (alta velocidad), pero contar con ambas cualidades es poco común. Una posible alternativa de material para baterías, que nos brinde esas cualidades, son los sulfuros de estaño. En el Laboratorio de Energía del IFUAP-BUAP hemos propuesto aprovechar los dos componentes de los sulfuros: la gran capacidad de almacenamiento del azufre (la más alta entre materiales para electrodo positivo), y la buena conductividad electrónica del estaño. La capacidad de almacenamiento y densidad energética de las baterías preparadas con este material podrían ser superiores a las de las baterías de ion litio actuales, haciéndolas candidatas prometedoras para satisfacer las necesidades del mercado emergente.

Los sulfuros de estaño son materiales que poseen muchas ventajas competitivas como ser económicos, abundantes en el planeta, no tóxicos, amigables con el medio ambiente e ideales para muchas aplicaciones en ciencia y tecnología. No obstante, han sido sub explotados a pesar de tener propiedades ópticas y eléctricas que podrían ser usadas en sensores, celdas fotovoltaicas, baterías, etc.

Existen diversas técnicas para sintetizar este compuesto. Al ser simple y económica, el baño químico es una de las más usadas. Sin embargo, genera gran cantidad



Superficie con dirección principal canónica en  $\mathbb{H}^2 \times \mathbb{R}$



Superficie con dirección principal canónica en  $\mathbb{R}^3$



## Wendy Sarahí López Santos

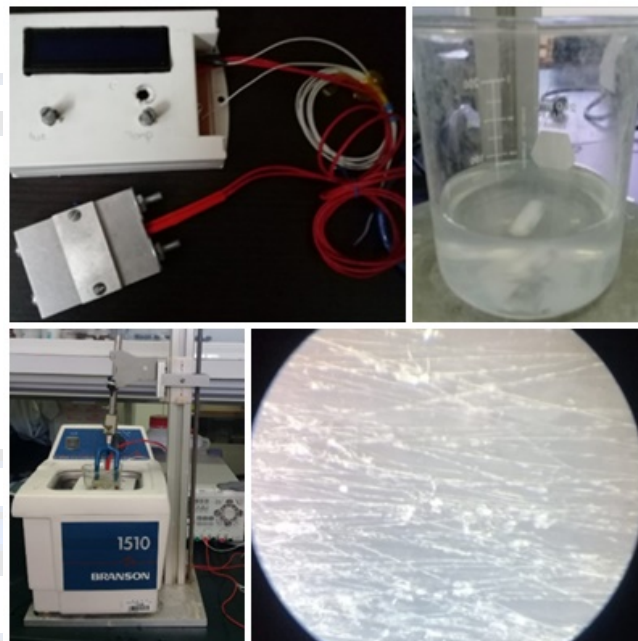
Estudiante de Ingeniería en Energías Renovables de la Facultad de Ciencias de la Electrónica por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP). Posee un diplomado en "Uso y aplicación de las energías renovables" por IMJUVE y la Universidad Politécnica de Cataluña. Ha sido becaria en el Laboratorio de Energía del Instituto de Física "Luis Rivera Terrazas". Ha trabajado en proyectos de investigación sobre el Desarrollo de litografía a través de microscopia óptica, Síntesis económica de capas compuestas del sistema Cu-Sn-S para aplicaciones fotovoltaicas, y Depósitos de sulfuro de estaño no estequiométricos por baño químico.



Entre sus logros académicos destaca el proyecto ganador "Análisis MES-MIS y propuesta de mejora para el socioecosistema enfocado en la producción apícola en Cuetzalan del Progreso, Puebla" presentado en la II Expo Feria de Proyectos Sustentables. Mismo que fue meritorio a una beca para la realización del Curso de Pre-incubación: Start-up Basics impartido por la Dirección de Innovación y Transferencia de Conocimiento BUAP. Durante su plan curricular ha realizado un intercambio nacional en la Universidad Autónoma de Yucatán, y otro en el extranjero en la Universidad del País Vasco.

Actualmente, es testisa en el Laboratorio de Energía con el tema "Películas delgadas de sulfuros de estaño depositadas por baño químico con control de temperatura en el sustrato, como electrodo de baterías de ion litio" bajo la asesoría del Dr. Enrique Quiroga-González.

**Ingeniería en Energías Renovables de la Facultad de Ciencias de la Electrónica, BUAP**  
sarahi\_0696@hotmail.com

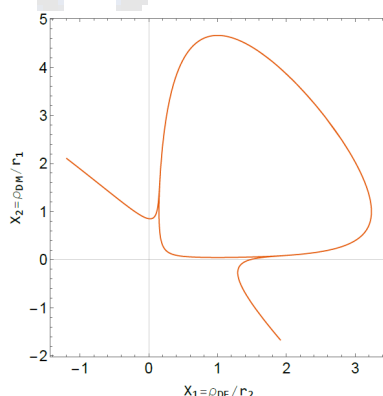


Todo lo descrito anteriormente es parte de mi trabajo de tesis para obtener el grado de Ingeniería en Energías Renovables, el cual se titula "Películas delgadas de sulfuros de estaño depositadas por baño químico con control de temperatura en el sustrato, como electrodo de baterías de ion litio".

de residuos, ya que las sustancias reaccionan tanto en el sustrato (donde se quiere depositar el material sintetizado), como en el contenedor usado, debido al calentamiento de todo el sistema.

Resolvimos este problema al diseñar un sistema de depósito que caliente y controle la temperatura in situ del sustrato. Esta sutil pero gran mejora en la técnica nos traerá grandes resultados como mejor adherencia y cristalinidad, además de poder obtener sulfuros de estaño de una forma más económica, escalable y sustentable.

Así, mediante este cambio en la síntesis de estas películas de sulfuros de estaño logramos mejores resultados para satisfacer un área de oportunidad, generar conocimiento y comercialización de los productos obtenidos. Los beneficios de este trabajo serán apreciados en un futuro, ya que estarán presentes en celulares, computadoras y autos eléctricos además de ser aptas para las energías renovables al cubrir la intermitencia.



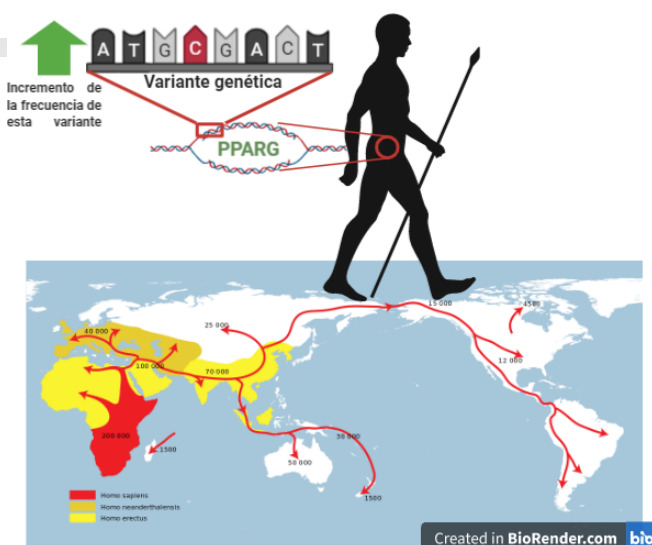
## Mención Honorífica:

**Zorros y conejos, ¿Qué tienen que ver con la evolución del universo?**

**Por Gerardo Morales Navarrete**

Si alguna vez te has detenido a observar las cosas que ves a tu alrededor; aviones volando, la luna en una noche despejada, el movimiento de las hojas de los árboles, etc. Entonces, es muy probable que también te cuestiones cosas cómo, ¿cuáles son las reglas de todo aquello que ocurre en la naturaleza? o ¿por qué algo se comporta como lo hace? Y tal vez, observando una bandada de pájaros, insectos como las hormigas, abejas o cualquier otra especie animal se te haya ocurrido la siguiente pregunta: ¿Qué regla sigue la interacción entre animales? y además después de ver por

unas cuantas noches el cielo estrellado y habiendo escuchado sobre algo tan poco conocido cómo la energía y materia oscura, siendo estas “cosas” necesarias para explicar la extraña velocidad a la que giran las galaxias, así como la expansión del universo y de las cuales sabemos muy poco. Es válido preguntar, ¿habrá algo en común entre el comportamiento de animales y la materia y energía oscura? Bueno, la respuesta es qué, aunque son temas de diferentes áreas puede encontrarse una estrecha relación si nos adentramos en el estudio del modelo depredador-presa de diferentes especies animales, y que puede entenderse mediante el lenguaje matemático usando lo que se conoce como las ecuaciones de Lotka-Volterra, que a grandes rasgos nos ayudan a explicar y predecir la cantidad de conejos y zorros, por ejemplo. Lo increíble es que también nos sirven para dar una posible explicación a esos dos conceptos extraños de la cosmología, energía y materia oscura. Pues bien, mediante estas ecuaciones podemos entender a estos dos entes oscuros igual que en el caso de zorros y conejos, es decir, podemos postular que existe una interacción entre energía y materia oscura tal que una de las dos especies está siendo consumida por la otra. De manera general podemos decir que la materia oscura se comporta como la presa y a medida que el tiempo avanza la energía oscura se convierte en el depredador. Y en particular es algo que se muestra en las observaciones del cosmos. Hoy en día, hay más energía oscura que materia oscura. Así, uniendo esta información con algo de matemáticas es posible dar una explicación al comportamiento de estos conceptos cosmológicos que tanto han causado dolores de cabeza desde que fueron postulados.



### Gerardo Morales Navarrete

Gerardo Morales Navarrete nacido en Dos Amates, mpio. Catemaco, Ver. Es licenciado en Física por la Facultad de Física de la Universidad Veracruzana. Maestro en Física por la Maestría en Física de la Facultad de Física de la Universidad Veracruzana. Estudiante de doctorado en ciencias (Física) en el Instituto de Física de la UNAM, especializado en Cosmología.

Cuenta con tres publicaciones de las cuales una es de divulgación en la Revista “La Ciencia y El Hombre”, en todas como coautor: “A thermodynamics revision of Rastall gravity”, “Qualitative description of the universe in the interacting fluids scheme”, “Una danza azarosa”.

Miembro del grupo virtual Gravitación en México. Participante en el V Congreso Latinoamericano de Física, estancias de investigación y en múltiples cursos-talleres sobre temas de cosmología, gravitación, métodos numéricos, etc.

Instituto de Física de la UNAM

[moralesnavarretegerardo@gmail.com](mailto:moralesnavarretegerardo@gmail.com)



### Mención Honorífica:

Impacto de las Variantes con Evidencia de Selección Positiva en el Gen PPARG Sobre los Perfiles de Expresión de Tejido Adiposo.

Por Tomas Alejandro López Escobar

La selección natural es un proceso parecido a ir al mercado y comprar fruta. La persona (que llamaremos factor ambiental o presión selectiva), de entre todas las formas y tamaños de la población de frutas (variabilidad en las características), escogerá las características que le parezcan mejor. Si cada día (generación) que llega a comprar fruta escoge las mismas características y las almacena en su casa, tendrá una nueva población de frutas donde la mayoría tendrán la característica que se ha estado escogiendo, es decir, incrementará la frecuencia de esa característica. Este proceso ha participado en la historia evolutiva de distintas especies (incluyéndonos a los humanos), dejando huellas de su paso en sus genomas al igual que nosotros las dejamos cuando caminamos sobre lodo.

Debido a ello, distintos estudios se han enfocado en la búsqueda de estas huellas de selección en los genomas de diversas poblaciones humanas a través de herramientas bioestadísticas. Uno de estos estudios, realizado por nuestro grupo de trabajo, identificó que hay variaciones en la secuencia



### Tomas Alejandro López Escobar

Egresado de la licenciatura en Químico Farmacobiólogo de la Universidad Autónoma de Chiapas. Ha presentado trabajos libres de investigación en distintos congresos nacionales e internacionales y ha realizado estancias de investigación en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y en el Instituto de Diagnóstico y Referencia Epidemiológico (InDRE). Actualmente es estudiante de maestría en el posgrado de Ciencias Biológicas de la UNAM y realiza su proyecto de tesis en el Instituto Nacional de Medicina Genómica (INMEGEN). Su tesis se centra en el análisis de variantes genéticas presentes en alta frecuencia en la población indígena de México desde un punto de vista genético poblacional.

Instituto Nacional de Medicina Genómica, UNAM  
t.ale.oes2@gmail.com



de los genes (variantes) con huellas de procesos de selección específicas para la población mexicana. Algunas de estas variantes se localizan en el gen llamado PPARC. El producto de este gen es crucial para la regulación de energía en nuestro cuerpo y diversas investigaciones lo han relacionado con el desarrollo de enfermedades que actualmente representan problemas de la salud pública, como diabetes tipo II y obesidad. Sin embargo, existen varias preguntas sin contestar alrededor de estas variantes, como: ¿Qué presión selectiva actuó sobre ellas? ¿Qué características dan estas variantes a las personas que las tienen? En mi proyecto de tesis buscamos responder estas preguntas desde un enfoque multidisciplinario.

Para ello hemos determinado hace cuántas generaciones humanas han estado bajo selección estas variantes y lo que hemos encontrado es que esta cantidad coincide con el poblamiento inicial de América. Es decir que este evento migratorio fue el responsable de que estas variantes estén en alta frecuencia en la población mexicana, ¡increíble! ¿Cierto? Ahora nos falta descubrir cuál es la característica que fue “escogida” por está presión selectiva. Nuestra hipótesis es que estas variantes producen un patrón diferente de genes encendidos y apagados (perfil de expresión) en el genoma humano. Y para comprobar lo anterior, compararemos los perfiles de expresión de individuos que tienen estas variantes bajo selección en sus genes contra los que no, utilizando información de sus células de tejido adiposo.

### *Mención Honorífica:*

### El futuro de las telecomunicaciones por medio de fibra óptica

**Por Ulises Velasco García**

¿Alguna vez te has preguntado qué hace posible que podamos disfrutar nuestra serie favorita de Netflix en alta calidad o que podamos hacer videollamadas con muchas personas al mismo tiempo?

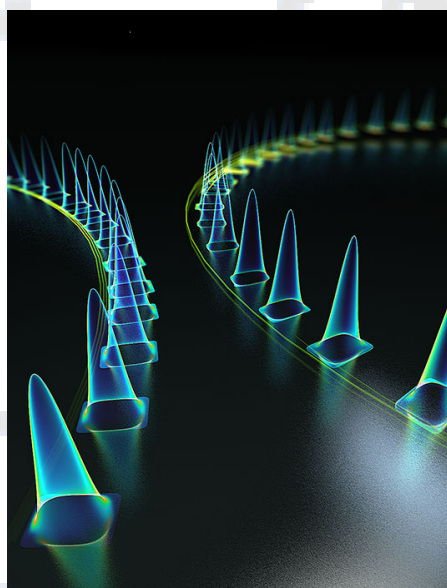
La tecnología que hace posible las telecomunicaciones de alta velocidad es la fibra óptica. A diferencia de los cables de cobre que funcionan con electricidad, las fibras ópticas transmiten un flujo de luz lo que permite que la velocidad a la que viaja la información sea mayor y que quepa mucha más información en un sólo cable.

Una desventaja de las fibras ópticas es que generan dispersión en sus señales. Esto significa que, a pesar de que se emita una señal muy clara en forma de pulsos de luz en un extremo de la fibra, después de viajar cierta distancia la señal perderá fuerza al grado de que sea imposible interpretarla por el receptor, por lo que la señal necesita repetidores.

En la naturaleza existen ondas especiales con propiedades interesantes, los tsunamis por ejemplo son olas en el mar que suelen viajar grandes distancias sin perder su fuerza. Estas ondas también existen en las fibras ópticas y se llaman solitones, los cuales resultan ser excelentes mensajeros que viajan en la fibra por grandes distancias sin perder su fuerza y forma además de que permiten guardar en su interior paquetes de información.

El futuro de las telecomunicaciones por medio de fibra óptica está en los solitones ya que reducen la cantidad de repetidores y permiten incrementar el número de señales que viaja al mismo tiempo en la fibra. Se pueden estudiar los solitones por medio de modelos matemáticos que nos permitan analizarlos y así obtener sus propiedades, características y cualidades.

El modelo matemático que describe la dispersión de los solitones en las fibras ópticas es la ecuación no lineal de Schrödinger, en honor al



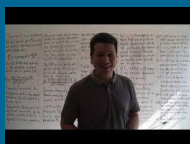
célebre físico austriaco Erwin Schrödinger. Esta ecuación permite estudiar por medio de matemáticas el comportamiento de los solitones y responder muchas dudas.

Desafortunadamente se sabe poco de la ecuación de Schrödinger y sus soluciones. En mi tesis, realizada con los matemáticos Sergii Torba y Vladislav Kravchenko, usamos teorías matemáticas de ecuaciones diferenciales no lineales para construir fórmulas y métodos matemáticos nuevos que permiten encontrar soluciones de la ecuación no lineal de Schrödinger y saber más acerca de los misterios detrás de los solitones.

### Ulises Velasco García

Licenciado en Matemáticas por la Facultad de Ciencias de la Universidad de Colima. Maestro y Doctor en Ciencias con especialidad en matemáticas, CINVESTAV Unidad Querétaro. Realizó el Postdoctorado en el Instituto de Matemáticas de la Universidad Nacional Autónoma de México campus Juriquilla.

ulises.velasco@uaq.edu.mx



dando información acerca de sus movimientos y migraciones, mientras que el nitrógeno funciona de manera similar, solo que con esta señal podemos saber en qué escalón de la red trófica se encuentra, si es en la base o en la cima como depredador tope. Con el contenido estomacal encontramos que las presas preferidas para el tiburón piloto son las sardinas, los cangrejos y los calamares, presas que son altamente abundantes en el mar, por otro lado, los isótopos estables nos revelaron que sus áreas preferidas de alimentación son cerca de la costa y que además el tiburón piloto es considerado como un depredador tope, lo cual lo hace sumamente importante, ya que él es el encargado de mantener la salud en los mares.

## Mención Honorífica:

### ¿De qué se alimenta el tiburón piloto?

Por Alma Vianney Barajas Calderon

El tiburón piloto (*Carcharhinus falciformis*) es un tiburón que vive en todos los mares y uno de los más capturados por las pesquerías locales con palangre y las pesquerías atuneras, lo que ha provocado que su número en el mar disminuya y que actualmente se considera casi amenazado de acuerdo a la lista roja de la unión internacional para la conservación de la naturaleza. Una manera de poder entender cómo funciona la pesca es a través de la comprensión de las redes tróficas, esto quiere decir que es necesario saber quién se alimenta de quién. Para saber quién es la presa de quién, se usan dos técnicas, una es mediante el contenido estomacal en el cual veremos que es lo que ha comido el tiburón en aproximadamente 8-10 horas atrás, la otra técnica es la de los isótopos estables, ésta consiste en conocer mediante procesos químicos la cantidad de carbono y nitrógeno que hay en el tejido del tiburón piloto, el carbono tiene una señal origen que se va pasando de depredador en depredador por lo que con estas señales podemos deducir la fuente original, esto quiere decir que podemos saber en dónde se pudo haber alimentado,

### Alma Vianney Barajas Calderon

Originaria de la Ciudad de Guadalajara, Jalisco. Desde pequeña estuvo interesada en todo lo relacionado al mar, lo que la llevó a estudiar Biología Marina en la Universidad de Guadalajara, donde inició su trabajo con los elasmobranchios en el Proyecto de Tiburones y Rayas de la costa de Jalisco y enfocó sus estudios en los hábitos alimentarios del tiburón piloto *Carcharhinus falciformis* mediante contenidos estomacales. Para poder ampliar el conocimiento del tiburón piloto realizó una Maestría en CICIMAR-IPN donde incluyó el análisis de isótopos estables. Ha realizado ponencias de Ecología trófica de tiburones en Mazatlán, CDMX, Manzanillo, y Perú. Actualmente realiza sus estudios de doctorado en CICIMAR-IPN donde evaluará la diversidad genética de los albatros de Laysan en Japón, Archipiélago de Hawái, Isla Guadalupe y Archipiélago de Revillagigedo.

Doctorado en Ciencias Marinas, CICIMAR-IPN  
acalderon0104@alumno.ipn.mx





## Mención Honorífica:

### Nanopartículas de plata: un parvo y fascinante mundo

Por David de la Rosa Oropeza

Son tan pequeñas que incluso rozan las fronteras de la imaginación, tan pequeñas similares a diminutos robots programados capaces de penetrar la membrana de microorganismos dañinos como bacterias, virus o células cancerígenas; interfiriendo sofisticadamente en sus procesos vitales internos evitando su multiplicación; y por si fuese poco, pueden capturar compuestos químicos altamente contaminantes como los desechados por la industria textil, convirtiéndose en un «aliado invisible» para el ser humano en la lucha contra enfermedades y en la restauración del medio ambiente... Se les llama Nanopartículas de Plata, estructuras químicas esféricas pequeñas, de niveles nanométricos (imaginen que, para poder verlas, ¡tendrían que aumentar su tamaño por lo menos 4 millones de veces para alcanzar a un grano de sal!); estas estructuras están conformadas por un núcleo o centro de plata rodeado, aunque suene raro, ¡de sustancias procedentes de plantas!... ¡Alucinante!

Para generarlas, una sal metálica conocida químicamente como nitrato de plata es diluida en 20 mL de agua desionizada (agua pura, sin ningún tipo de compuesto químico); dicha dilución se mantenía en agitación a temperatura ambiente durante 10 minutos mientras se agregaban 3 mL gota a gota de una infusión preparada con hojas secas de un árbol mexicano: un simple «tecito de encino» que contiene aquellas sustancias vegetales capaces de rodear a la nanopartícula y, la estabilizan para evitar que siga creciendo. ¿Cómo comprobamos que la mezcla de agua con la sal metálica y el «tecito de encino» efectivamente contenía nanopartículas bien formadas y estables (ya que claramente no son visibles para el ojo humano)?; pues la mezcla es analizada en una máquina nombrada «Espectrofotómetro UV-vis»; sé que suena muy extraño, pero en realidad

#### David de la Rosa Oropeza

Mi nombre es David de la Rosa Oropeza, nací en el estado de Puebla y actualmente estoy terminando la carrera de Biología en la Facultad de Ciencias Biológicas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Desde que tengo uso de razón, me han maravillado las formas de vida que me rodeaban, tanto así que, desde muy temprana edad y con determinación, decidí dedicarme al estudio de los organismos, decidí estudiar Biología. Estando en la universidad, crecí en mí una marcada afinidad por las plantas, al grado de querer involucrarlas en el proyecto más importante de mi vida hasta el momento: mi tesis, y sigo empeñado en llevarlas de mi mano para contribuir en la generación de conocimiento a través de su fascinante mundo. Es cuando surge de forma fortuitamente inesperada (y gracias a mis asesores de tesis) la idea de aplicar los extractos acuosos de plantas mexicanas con propiedades medicinales (tecitos curativos) en lo que, en ese entonces, me parecía descabellado... La biosíntesis de nanopartículas de planta, diminutas estructuras químicas que poseen múltiples y destacadas aplicaciones en las ciencias médicas y ambientales, así como en las industrias farmacéutica y textil, por mencionar algunas ¡Extraordinario!... Hoy por hoy soy consciente de que las disciplinas científicas deben ir de la mano en sus investigaciones y los retos actuales a nivel global exigen estudios multidisciplinarios que integren conocimientos y profesionistas mejor capacitados, por lo que suena bastante estrambótico, pero los biólogos también podemos «profanar» los terrenos de la física y nanotecnología (y muchas más) que nos conducirán por caminos enigmáticos... Esa es la «magia» de la investigación, del quehacer del científico, que, conforme avanza en su formación (que nunca acaba), surgen y surgen fenómenos cautivadores que acrecientan la curiosidad; incitan a seguir investigando para revelar sus secretos y continuar minimizando la ignorancia de la humanidad.

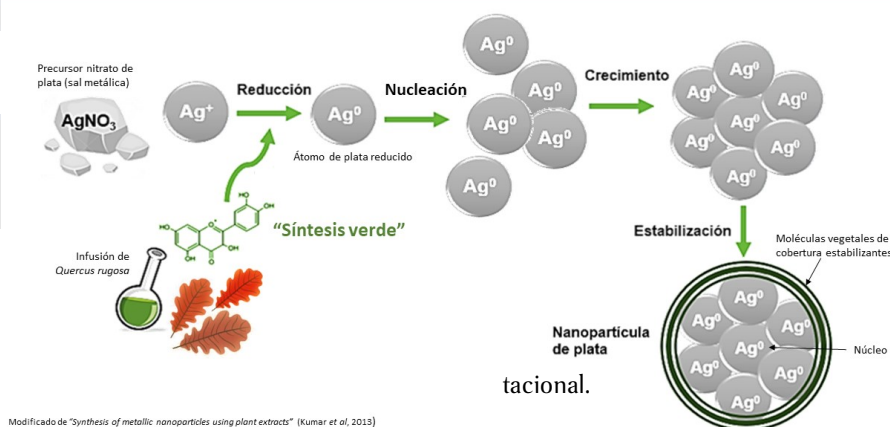


Facultad de Ciencias Biológicas, BUAP [tierraverde34@gmail.com](mailto:tierraverde34@gmail.com)

se trata de un artefacto que emite

luz con mucha energía; luz ultravioleta (sí, esa que puede provocarte cáncer de piel cuando te expones mucho al sol) sobre la mezcla con nanopartículas y las hace vibrar, manifestando su presencia a través de un programa compu-

#### BIOSÍNTESIS DE NANOPARTÍCULAS DE PLATA (A partir del método coloidal)



Existen muchos procedimientos para obtener nanopartículas, así como “formas de verlas”; sin embargo, el método que aquí trato de explicar de la manera más sencilla, aunque sea difícil de creer, es el más práctico y barato.

Si bien los antiguos artesanos mesopotámicos usaban las nanopartículas metálicas en la decoración de cerámica, ¡puff, casi tan arcaicas como la escritura!; en la actualidad, su obtención empleando té de múltiples plantas ha tomado apogeo debido a sus múltiples aplicaciones en las ciencias médicas y ambientales.

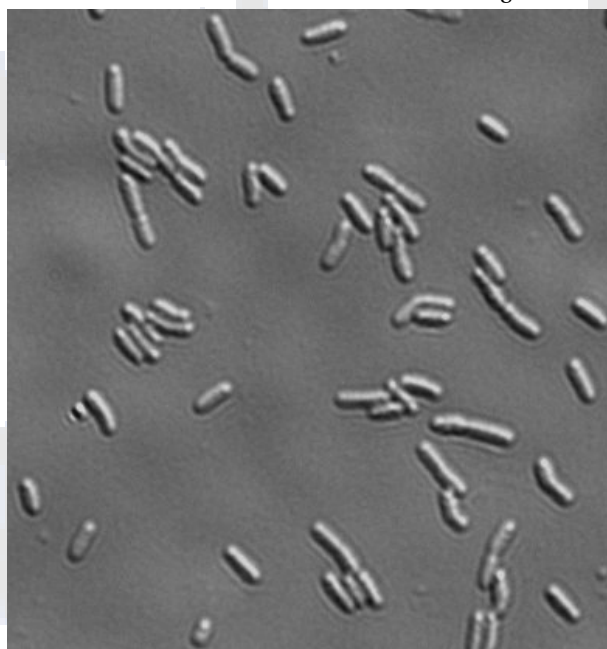
## *Mención Honorífica:*

### Reducción del Genoma Bacteriano

Por Sofía Carolina Martínez Absalon

Imagina una maquina microscópica que limpie el suelo y el agua, que produzca medicinas, alimentos o que mejore el crecimiento de plantas. La verdad, es que estas maquinas ya existen y se llaman bacterias. Sin embargo, ha sido una tarea ardua para la ciencia mejorar el rendimiento bacteriano. Hacer que una bacteria sintetice un compuesto o proteína en altas concentraciones, se realiza desde los años 70s. Sin embargo la tarea no es simple, cuando la actividad implica más de un paso de síntesis y/o degradación y están implicados varios genes. Es por ello, que en un intento de optimizar la actividad bacteriana, la biología sintética ha buscado reducir el genoma de las bacterias. El primer genoma mínimo fue realizado a partir de *Mycoplasma genitalium*, y se logro reducir a tan solo 473 genes. Sin embargo, 149 son esenciales para la vida de la bacteria, pero no se sabé cuál es su función. Eso pone en evidencia la falta de conocimiento sobre los procesos esenciales para la vida.

*Rhizobium etli* es una bacteria que mejora el crecimiento de plantas de frijol al hacer el nitrógeno atmosférico asimilable para la planta, contiene más de 6000 genes, por lo que está muy por encima de los 473 genes del genoma mínimo. Sin embargo, una mane-



### Sofía Carolina Martínez Absalon

Estudió Biología en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), donde descubrió su amor por la microbiología molecular, a la cual ha dedicado toda su carrera. Dentro de la UMSNH encontró un grupo de científicos interesados en la microbiología, adscritos al Instituto de Investigaciones Químico Biológicas, en donde realizó una Maestría en Biología Experimental, enfocada, en bacterias que promueven el crecimiento vegetal. Esta maestría le abrió la pauta para descubrir técnicas elementales de microbiología molecular y la investigación científica bacteriana. Actualmente realiza sus estudios de Doctorado en el Centro de Ciencias Genómicas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) en el programa de Ciencias Biomédicas, donde ha podido profundizar en conocimientos de ingeniería genómica bacteriana.



Doctorado en el Centro de Ciencias Genómicas, UNAM  
scabsalon@gmail.com

ra sencilla de minimizar el genoma bacteriano es eliminar sus plásmidos, unidades del genoma que generalmente tienen genes dispensables para el crecimiento. La gran mayoría de los plásmidos de *R. etli*, son dispensables en condiciones de laboratorio. Sólo el plásmido p42e no pudo ser eliminado, ello se debe, a la presencia de 2 genes esenciales, que de nuevo tienen una

función desconocida. Mi proyecto de tesis tiene como objetivo determinar la función de esos dos genes, donde logramos proponer su función como reguladores de crecimiento celular. Con la eliminación de sus plásmidos el genoma de *R. etli* se reduce a poco más de 4000 genes. Cuánto más del genoma de *R. etli* se puede eliminar y cuánto de ello tendrá que ser re-introducido para aumentar su eficiencia en fijación de nitrógeno, es aun una pregunta sin resolver. Sin embargo, más allá de lograr mejorar el rendimiento, la reducción del genoma bacteriano ha sido una herramienta importante para dar luz sobre los procesos esenciales en el ciclo de vida la bacterias.



## Atando cabos: Hilando la historia del estudio de los nudos

Por **Adriana Sierra Romero**

*Con el nudo de uno, empiezo el conjuro.*

*Con el nudo de un par, el conjuro se hace realidad.*

*Con el nudo de tres, el conjuro libre es.*

*Con el nudo de cuatro, el poder es atesorado.*

*Con el nudo de cinco, el conjuro crecerá con ahínco. [1]*

Nudos marineros y náuticos, nudos celtas y de brujas o expresiones como “un nudo en la garganta”... Los nudos han estado presentes en la historia de las civilizaciones como herramienta, cómo y en el lenguaje, en el arte e incluso como símbolo espiritual. En el sentido literal de la palabra, un nudo es un “lazo que se estrecha y cierra de modo que con dificultad se pueda soltar por sí solo, y que cuanto más se tira de cualquiera de los dos cabos, más se aprieta.” [2] Sin embargo, sus aplicaciones han derivado en múltiples connotaciones, desde las mágicas hasta las científicas.

Desde el punto de vista antropológico, el estudio del folklore de los nudos se divide en tres vertientes. La primera, se centra en las cuestiones más mundanas y prácticas. Los humanos primitivos se valieron de ellos, primero trenzando pelos o fibras vegetales para hacer cuerdas y luego para para construir herramientas, tejer redes de pesca o canastillas [3]. Estos nudos literales evolucionaron y se diversificaron, como en los utilizados en la marina, construcción, medicina o los simples nudos con los que atamos nuestros zapatos.

La segunda vertiente, estudia el pensamiento mágico que los ha rodeado desde que el humano primitivo los relacionó con los poderes del bien y del mal. Los nudos en la magia se han asociado con el control del clima, de la enfermedad y la muerte, del sexo (amor, casamiento, concepción y nacimiento), y de espíritus o deidades [3]. Por ejemplo, la llamada “escalera de bruja” era un fetiche hecho de cuerda o cabello en el que cada nudo representaba un deseo o intención y se acompañaba recitando los versos al inicio y final de este texto [4, 5].



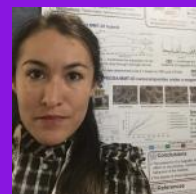
Figura 1: Detalle del Folio 74r del Libro de Kells [6].

El estudio de los nudos celtas ha sido de especial interés, no solo por su significado espiritual, sino por su uso como

elementos decorativos en construcción y piezas de arte. La mayor muestra de esta clase de nudos se encuentra en el Libro de Kells. Este manuscrito cristiano de la Irlanda medieval incluye diseños entrelazados de naturaleza puramente geométrica en los bordes y texto, y los incorpora en figuras animales como ilustraciones.

### Adriana Sierra Romero

Adriana Sierra Romero estudió la Licenciatura en Nanotecnología e Ingeniería Molecular en la Universidad de las Américas Puebla y obtuvo una Maestría en Ciencias en la University of Sheffield, Inglaterra. Actualmente se encuentra concluyendo un doctorado en Queen's University Belfast, Irlanda del Norte, con una investigación sobre anisotropía en nanocompuestos polímero/arcilla.



[adrianasiro@gmail.com](mailto:adrianasiro@gmail.com)

Estos diseños, como el que se muestra en la Figura 1, han sido descritos como un “enigma sagrado” por su significado simbólico aún irresuelto por los historiadores de arte [7, 8]. La tercera vertiente del estudio antropológico de los nudos se relaciona con su uso mnemotécnico. Antes de la escritura, los nudos mnemotécnicos cumplían dos funciones principales: una numérica – para registrar fechas y números – y otra cultural – para preservar canciones, historias, tradiciones o leyes [9]. Muestra de esto es el sistema de nudos mnemotécnicos de la civilización inca. Los cordones anudados, llamados “quipus”, representaban números y textos. Era un sistema complejo que codificaba información no solo a través de los nudos, sino también de los colores que teñían los cordones y de la dirección del trenzado. Descifrar los patrones de los quipus como el que se muestra en la Figura 2 es algo que aún objeto de estudio [10].

El estudio teórico de los nudos inició a través de una perspectiva matemática en 1771. Alexandre-Théophile Vandermonde, matemático francés, sentó las bases para el desarrollo de la teoría de nudos al describir las propiedades topológicas de los nudos, es decir su geometría y posición. En su artículo “Comentarios sobre los problemas de posiciones”, Vandermonde escribió:

*Cuales sean los giros y vueltas de un sistema de hilos en el espacio, siempre se puede obtener una expresión para el cálculo de sus dimensiones, pero dicha expresión será poco útil en la práctica. El artesano que diseña una trenza, una red o algunos nudos estará preocupado, no por cuestiones de medida, sino de posición [11].*



Figura 2: Quipu del Museo Machu Picchu en Cusco, Perú [12].

El interés por los nudos continuó con Carl Friedrich Gauss a inicios del siglo XIX. Sus notas contenían ilustraciones y descripciones de diversos nudos, de los que destaca uno en particular: el dibujo de una trenza con una descripción analítica de la distancia entre los cruces observando que es un buen método de codificación [13]. Gauss desarrolló lo que se conoce como código de Gauss, una notación para nudos matemáticos basada en la enumeración de los cruces de la proyección bidimensional de un nudo, que en este caso se define como una curva cerrada que presenta lazos [14].

La Figura 3 muestra un nudo, el código de Gauss y su diagrama correspondientes, de acuerdo a dicha nomenclatura. Además, Gauss demostró que el número de entrelazamientos o número de enlace de dos nudos, puede ser calculado por una integral [15].

Fue a finales del siglo XIX que Lord Kelvin, inspirado por los estudios de Herman Von Helmholtz sobre anillos de vórtice en mecánica de fluidos y apoyado por su amigo Peter Guthrie Tait, propuso que los átomos que forman la materia eran nudos de vórtices de éter. Él planteaba que a cada elemento le correspondía a una clase de nudo particular [15]. Por ejemplo, un vórtice toroidal (circular) representaba al átomo de hidrógeno.

En un intento de desarrollar una tabla de los elementos para la teoría del átomo vórtice, Tait realizó una clasificación de nudos con base en el número de cruces [15] que se muestra en la Figura 5. Aunque esta teoría fue abandonada casi de inmediato con la aparición de la tabla periódica y el descubrimiento de las partículas subatómicas, los nudos de Lord Kelvin y Tait afianzaron el estudio de la teoría matemática de nudos y la topología.

Si bien la teoría de nudos puede resultar abstracta para el lector cotidiano, los nudos pueden ayudar a describir y comprender fenómenos físicos, químicos y biológicos. Además de la mecánica de fluidos descrita por Helmholtz, una de las primeras aplicaciones de la teoría de nudos fue en la teoría de circuitos. Fue después de la publicación de los primeros estudios de Gustav Robert Kirchhoff sobre circuitos eléctricos que se encontró que las leyes de Kirchhoff son propiedades topológicas [13]. Esto significa que están relacionadas con la posición de las ramas y pares de nudos y pueden ser aplicadas no solo a redes eléctricas sino a otros sistemas.

De forma similar, los estudios sobre electricidad y magnetismo de James Clerk Maxwell se pueden interpretar en términos de nudos. Él reinterpretó la integral de enlace de Gauss para aplicarla en su teoría electromagnética. Dicha integral representa el trabajo realizado por una carga que se mueve bajo la influencia del campo magnético generado por una corriente eléctrica [13]. Maxwell mantuvo correspondencia con Lord Kelvin y Tait, a quien escribió algunas rimas al respecto [16]:

|                                    |                                          |
|------------------------------------|------------------------------------------|
| <i>Clear your coil of kinkings</i> | <i>Elimina la bobina de los pliegues</i> |
| <i>Into perfect plaiting,</i>      | <i>En un trenzado perfecto,</i>          |
| <i>Locking loops and linkings</i>  | <i>Entrelazando bucles y eslabones</i>   |
| <i>Interpenetrating</i>            | <i>Interpenetrando</i>                   |

En las últimas décadas se han estudiado moléculas largas, es decir polímeros, proteínas y ADN, usando modelos topológicos de nudos físicos. El estudio de los nudos moleculares permite determinar, por ejemplo, la quiralidad a través de la equivalencia entre nudos, usando modelos y proyecciones que muestren la dirección de cruce (cuando un fragmento de la curva pasa sobre o bajo otro) [18] o incluso las configuracio-



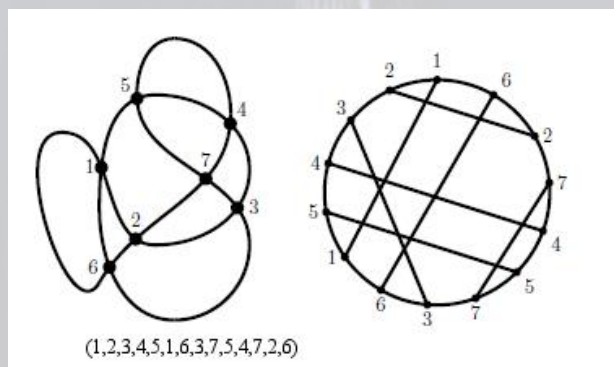


Figura 3: Nudo, notación y diagrama de Gauss [19].

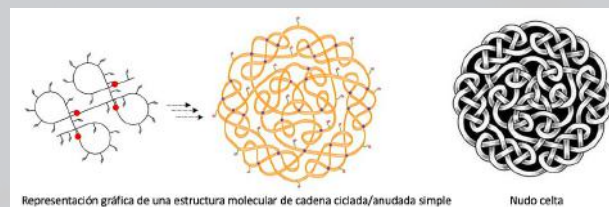


Figura 4: Los nudos han tenido aportaciones a diversas ramas de la ciencia como la química [17].

nes que una cadena polimérica adquiere de acuerdo a sus interacciones intra e intermoleculares [20].

También se ha encontrado que el efecto de las topoisomerasas (enzimas que controlan la topología del ADN al enredarlo o desenredarlo durante los procesos de replicación y síntesis de proteínas) sobre el ADN puede ser descrito a través de las propiedades de los nudos, incluyendo el número de enlace descrito por Gauss [14].

Las aportaciones de la teoría de nudos y de los nudos en general son visibles en otras áreas de estudio. Desde cuestiones tan obvias como las diferentes suturas en cirugía, el trenzado en materiales compuestos y la síntesis de moléculas – como los catenanos o las inspiradas en nudos celtas de la Fi-

gura 4 – hasta las más complejas como la mecánica estadística y la teoría cuántica de campos.

Ya sea desde una perspectiva cultural o científica, los nudos han servido de inspiración para el humano; desde quienes enviaban mensajes en una colección de cordones a través de los Andes, hasta quienes traducen nudos en una serie de expresiones matemáticas. No cabe duda de que estas estructuras han avivado nuestra imaginación y han sido fundamentales para el desarrollo de la ciencia como la conocemos.

*Con el nudo de seis, el conjuro afianzaré.  
Con el nudo de siete, que el conjuro despierte.  
Con el nudo de ocho, el conjuro esperará en reposo.  
Con el nudo de nueve, mi conjuro se mueve.  
Con el nudo de diez, empieza otra vez. [1]*

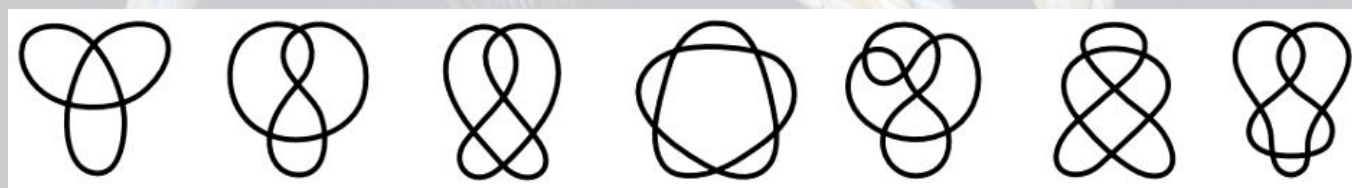


Figura 5: Los siete nudos más simples de Tait [15].

## Referencias

- [1] D. Harkness. *The book of life*. Viking, 2014.
- [2] Real Academia de la Lengua Española. Nudo. <https://dle.rae.es/nudo>, 2014.
- [3] C. L. Day. "Knots and knot lore". *Western Folklore*, 9 (3) (1950), 229. <https://doi.org/10.2307/1520741>
- [4] J. G. Frazer. "A witches ladder". *The Folk-Lore Journal*, 5 (1) (1887), 81-84. <https://doi.org/10.1080/17442524.1887.10602843>
- [5] I. Straton. *By knot of one, the spell's begun: Finding the Wiccan Path. An investigation of conversion practices within the Wicca community*. PhD thesis, University of Essex, 2020. <http://repository.essex.ac.uk/28492/>
- [6] Folio 74r, detail. Trinity College Library, 2012. <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/>

- commons/0/0c/KellsDecoratedInitial.jpg
- [7] J. R. Allen. *Celtic art in pagan and Christian times*. Senate, 1997.
- [8] G. Fisher y B. Mellor. On the topology of Celtic knot designs. Bridges Conference: Mathematical Connections in Art, Music and Science, 2004. <http://www.mi.sanu.ac.rs/vismath/fisher/index.html>
- [9] C. L. Day. "Knots and knot lore: Quipus and other mnemonic knots". *Western Folklore*, 16(1) (1957), 8. <https://doi.org/10.2307/1497058>
- [10] S. Hyland. "Writing with twisted cords: The inscriptive capacity of andean khipus". *Current Anthropology*, 58(3) (2017), 412-419. <https://doi.org/10.1086/691682>
- [11] A.-T. Vandermonde. Remarques sur des problèmes de situation. Mémoires de l'Académie Royale Des Sciences, 566-574, 1771.
- [12] Quipu in the Museo Machu Picchu, Casa Concha, Cusco. Museo Machu Picchu, 2018. [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/18/Quipo\\_in\\_the\\_Museo\\_Machu\\_Picchu%2C\\_Casa\\_Concha%2C\\_Cusco.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/18/Quipo_in_the_Museo_Machu_Picchu%2C_Casa_Concha%2C_Cusco.jpg)
- [13] J. H. Przytycki. "Classical roots of knot theory". *Chaos, Solitons & Fractals*, 9(4-5) (1998), 531-545. [https://doi.org/10.1016/S0960-0779\(97\)00107-0](https://doi.org/10.1016/S0960-0779(97)00107-0)
- [14] E. Colberg. A brief history of knot theory. UCLA Division of Physical Sciences, s.f. <https://www.math.ucla.edu/~radko/191.1.05w/erin.pdf>
- [15] D. Silver. "Knot theory's odd origins". *American Scientist*, 94(2) (2006), 158. <https://doi.org/10.1511/2006.58.158>
- [16] R. Ferreol. Courbe avec son code de Gauss et le diagramme correspondant. 2018. <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/78/Codediagrammegauss.gif>
- [17] C. G. Knott. *Life and scientific work of Peter Guthrie Tait*. Cambridge University Press, 1911.
- [18] Y. Gao. Single chain cyclized/knotted polymer, analogous to a Celtic knot. 2011. <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/78/Codediagrammegauss.gif>
- [19] C. Adams. *The knot book: An elementary introduction to the mathematical theory of knots*. American Mathematical Society, 2004.
- [20] N. C. H. Lim y S. E. "Jackson. Molecular knots in biology and chemistry". *Journal of Physics: Condensed Matter*, 27(35) (2015), 354101. <https://doi.org/10.1088/0953-8984/27/35/354101>

## 1er Aniversario de Científicas Mexicanas: Construyendo Redes



[www.cientificasmexicanas.com](http://www.cientificasmexicanas.com)

- ▶ Día de actividades para niñas, niños y jóvenes
- ▶ Día de la divulgación
- ▶ Día de habilidades para científicas
- ▶ Día de retos y desafíos para mujeres en la ciencia
- ▶ Editatona
- ▶ Panel "Científicas en América Latina"
- ▶ Panel de reflexiones de coordinaciones y equipos de trabajo

Contacto:  
[cientificasmx@gmail.com](mailto:cientificasmx@gmail.com)

del 11 al 21 de Febrero



## Obreras, reinas y Epigenética: más allá del ADN

Por María Sara del Río Pisula

A partir del descubrimiento de la estructura del ADN y su posterior secuenciación, se comenzó a considerar a esta entidad como la única capaz de transmitir información a través de las generaciones. Pero, ¿qué pasa cuando el ADN no puede explicarlo?

La epigenética es la respuesta. Estos mecanismos de herencia han sido estudiados en numerosos organismos. Un caso de estudio muy interesante relacionado con este tema es el de la estructura social de las abejas.



### ¿Sabías qué...?

La **epigenética** hace referencia a cualquier proceso que altera la actividad de los genes sin modificar la secuencia de ADN, y produce cambios que pueden ser transmitidos a las células descendientes [1].

En biología, se define como “eusocialidad” al nivel más complejo de organización social que se da en ciertas especies. Este tipo de sociedades se caracterizan por estar formadas por colonias autoorganizadas donde conviven varias generaciones de individuos, diferenciados en clases reproductivas y no reproductivas, o castas. Éstas están determinadas por **rasgos morfológicos** asociados a la apariencia externa (forma, color, estructura) e interna (órganos y sistemas); **rasgos fisiológicos** encargados de la función de las células, órganos y tejidos; y **rasgos conductuales** particulares [2].

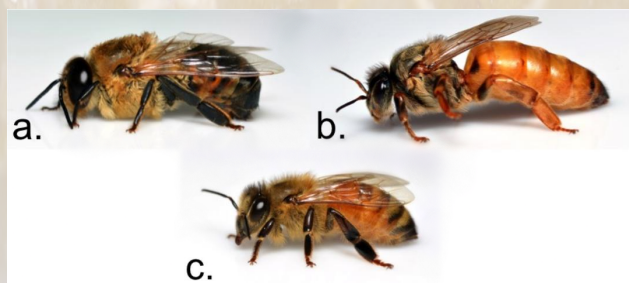


Figura 1. Distintas castas de la abeja europea: a. Zángano, b. Reina, c. Obrera. Crédito: Mike Bentler, UF/IFAS.

Las colmenas de *Apis mellifera*, mejor conocida como abeja europea o abeja melífera [3], están conformadas por decenas

de miles de individuos que adoptan una división de labores basada en tres castas distintas: zánganos, machos cuya única función es fertilizar a la reina; y dos castas de hembras genéticamente indistinguibles: una reina especializada en la reproducción, y obreras estériles [Figura 1].

### María Sara del Río Pisula

Estudiante de la Licenciatura de Biología y Licenciatura de Matemáticas en la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Realiza investigación en regulación genética y búsqueda de biomarcadores en cáncer de mama en el Instituto Nacional de Cancerología.

Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. Universidad 3000, Circuito Exterior S/N, Delegación Coyoacán, C.P. 04510 Ciudad Universitaria, D.F., México. [saradrp@ciencias.unam.mx](mailto:saradrp@ciencias.unam.mx)



Esta casta de obreras, a su vez se divide en: nodrizas (de cinco a catorce días de edad) que crían a los descendientes; y recolectoras, que buscan alimento (polen y néctar de las flores), que construyen y protegen la colmena [4].

Las larvas son alimentadas los primeros tres días de vida con jalea real producida en glándulas especializadas de las abejas nodrizas. Después de este tiempo, la dieta de las futuras obreras cambia a miel y polen. La larva destinada a ser reina continúa siendo alimentada con jalea real [5].

### Ciclo de vida de las abejas europeas obreras

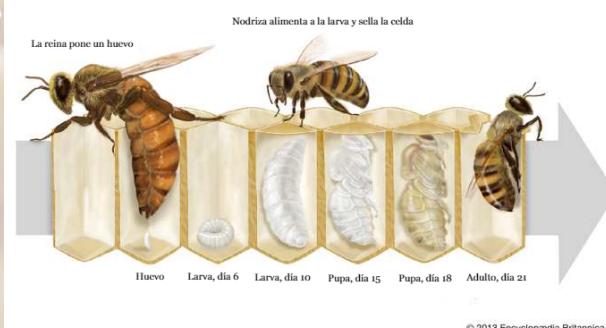


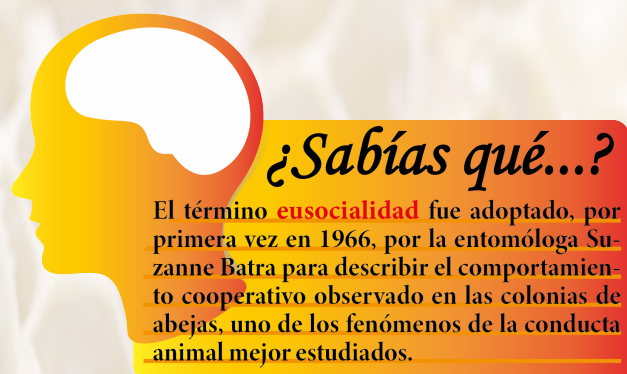
Figura 2. Ciclo de vida de las abejas europeas obreras. Adaptado de Encyclopædia Britannica, Inc.

Esta diferencia nutricional resulta en una esperanza de vida al menos veinte veces mayor en comparación a las obreras; así



como una madurez temprana, y un tamaño de casi el doble de las obreras [6].

Estos rasgos particulares de las obreras y la reina son atribuibles a un fenómeno denominado “**plasticidad fenotípica**”, que se refiere a los cambios en las características de un organismo en respuesta a estímulos del ambiente [5]. Es un proceso que ocurre en todos los organismos y puede originar desde cambios en el metabolismo, hasta la aparición de tejidos u órganos nuevos. Hay evidencia de que numerosas modificaciones epigenéticas durante el desarrollo dictan esta plasticidad [7].



Algunos ejemplos de las modificaciones epigenéticas más estudiadas son la figurametilación y la expresión de ARNs no codificantes [8].

La metilación del ADN es el proceso a través del cual se añaden grupos metilo ( $\text{CH}_3$ ) a las bases de citosina o adenina, dos de las cuatro bases que conforman el código genético, a través de las enzimas DNMT (metiltransferasas) [Figura 3]. Este proceso no cambia la secuencia del ADN, pero actúa como un botón de apagado en ciertos genes, por lo que se dice que regula la expresión génica [9].

Otra modificación epigenética importante es la expresión de ARNs no codificantes, fragmentos de ARN que no codifican proteínas, pero que también juegan un papel central en la regulación génica [10]. Un tipo de ARN no codificante son los microRNAs. Estas moléculas se han encontrado asociadas a procesos tan importantes como el desarrollo y la muerte celular.

Ahora bien, ¿pueden estas modificaciones epigenéticas explicar las diferencias en el desarrollo de las abejas reina y obrera a pesar de que son genéticamente indistinguibles?

En experimentos realizados con abejas europeas, se observó que el consumo de jalea real reduce los niveles de DNMT3, un tipo de metiltransferasa [11]. Para estudiar este efecto, los investigadores silenciaron la DNMT3 en cientos de larvas y observaron que éstas se desarrollaron con características de reina. Esto quiere decir, que el silenciamiento de DNMT3 como resultado del consumo de jalea real, cambia fundamentalmente el desarrollo y el destino de las larvas.

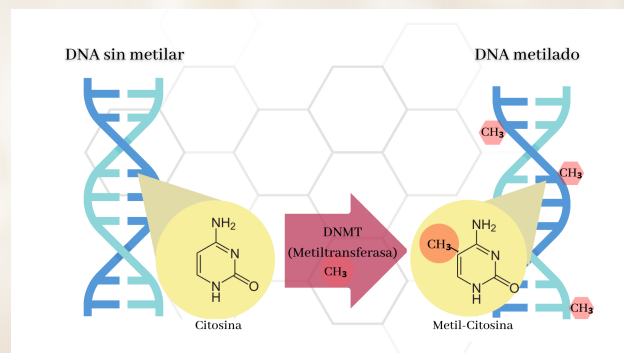


Figura 3. Proceso de metilación del ADN.

Adicionalmente, en otro estudio se compararon los perfiles de metilación en zánganos y sus hijas. Se encontró que tenían patrones muy similares dentro del mismo linaje; a diferencia de los observados en individuos de la misma colonia pertenecientes a otro linaje [12], lo que indica que estas marcas son heredadas de manera estable entre las generaciones.

A su vez, se han encontrado microRNAs involucrados en procesos como la proliferación celular y el desarrollo del sistema nervioso en insectos. En el caso de las abejas europeas, las obreras tienen ovarios inactivos y no se reproducen; pero se ha observado que algunos microRNAs tienen funciones tan importantes como la activación de ovarios en las reinas [13].

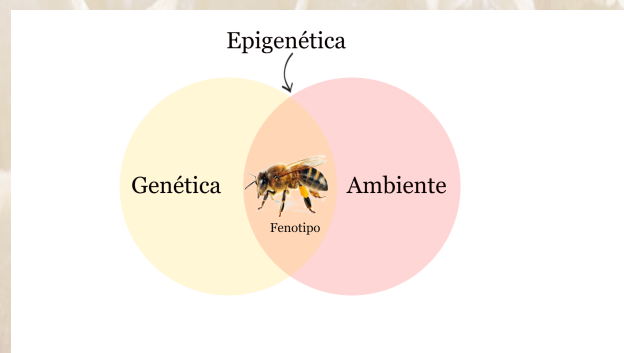


Figura 4. La epigenética es el resultado de la intersección entre los factores ambientales y genéticos que tienen como resultado un fenotipo.

Como resultado de estudios recientes realizados en colonias de abeja europea, se han observado factores heredables no explicables por cambios en la secuencia del ADN, como los patrones de metilación y expresión de ARNs no codificantes; los cuales determinan junto con el ADN, el desarrollo de los individuos. Estas modificaciones epigenéticas se encuentran en la mayoría de las especies y podrían proveer información sobre la interacción del ambiente con los genes; por lo que se considera importante entender su implicancia en procesos como fertilidad, longevidad, obesidad, entre otros, en seres humanos. La epigenética nos da respuestas a las preguntas que el ADN no puede responder.



## Referencias

- [1] B. Weinhold. "Epigenetics: the science of change". *Environmental health perspectives*, 114.3 (2006), págs. A160–A167.
- [2] M. Wojciechowski, et al. "Distinct female castes in honey bees are defined by alternative chromatin states during larval development". *Genome research*, 28.10 (2018), págs. 1532–1542.
- [3] M. S. Engel. "The taxonomy of recent and fossil honey bees (Hymenoptera: Apidae: Apis)". *Journal of Hymenoptera Research*, 8 (1999), págs. 165–196.
- [4] M. L. Winston. *The biology of the honeybee*. Harvard University Press, Cambridge, MA. 2nd ed. (1991) ISBN: 81-7764-495-5.
- [5] A. Spannhoff, et al. "Histone deacetylase inhibitor activity in royal jelly might facilitate caste switching in bees". *EMBO reports*, 12.3 (2011), págs. 238–243.
- [6] J. A. Fordyce. "The evolutionary consequences of ecological interactions mediated through phenotypic plasticity". *Journal of Experimental Biology*, 209 (2006), págs. 2377–2383.
- [7] S. C. Remolina y K. A. Hughes. "Evolution and mechanisms of long life and high fertility in queen honey bees". *Age (Dordrecht, Netherlands)*, 30.2-3 (2008), págs. 177–185.
- [8] K. M. Kapheim, et al. "Brain microRNAs among social and solitary bees". *R. Soc. Open Sci*, 7 (2020), pág. 200517.
- [9] A. D. Riggs, et al. Introduction. *In Epigenetic mechanisms of gene regulation* (ed. Russo VEA, et al.). Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, NY. (1996), págs. 1-4.
- [10] M. G. Goll, et al. "Methylation of tRNAAsp by the DNA methyltransferase homolog Dnmt2". *Science*, 311.5759 (2006), pág. 395–398.
- [11] J. K. Greenberg, et al. "Behavioral plasticity in honey bees is associated with differences in brain microRNA transcriptome". *Genes, brain, and behavior*, 11.6 (2012), págs. 660–670.
- [12] S. Foret, et al. "DNA methylation dynamics, metabolic fluxes, gene splicing, and alternative phenotypes in honey bees". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109 (2012), págs. 4968–4973.
- [13] B. Yagound, et al. "Intergenerational transfer of DNA methylation marks in the honey bee". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117.51 (2020), págs. 32519–32527.
- [14] L. M. F. MacEdo, et al. "MicroRNA signatures characterizing caste-independent ovarian activity in queen and worker honeybees. *Apis mellifera* L.". *Insect Molecular Biology*, 25.3 (2016), págs. 216–226.
- [15] Figura 1. Recuperado de: <https://edis.ifas.ufl.edu/in1102>. Figura 2. Recuperado de: <https://www.britannica.com/animal/honeybee>

**RONDALLA**



**NOTA CUÁNTICA**

Somos una Rondalla de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la BUAP.

Nos reunimos a cantar y tocar desde el 2017, presentándonos en diversos eventos y participando en varios concursos.

Gracias a nuestro esfuerzo, compañerismo y amor por la música, hemos podido viajar a varios estados del país, creando recuerdos y amistades extraordinarias.



¡Búscanos en nuestras redes sociales!

  Rondalla Nota Cuántica



## Entrevista al Dr. Jorge Velázquez Castro



Dr. Jorge Velázquez Castro

Egresado de la licenciatura en física por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, maestría y doctorado en el Instituto de Física de la UNAM seguido de una estancia posdoctoral en la Universidad de Nottingham.

Actualmente es Profesor Investigador de la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas (FCFM) de la BUAP. Trabaja en el área de sistemas complejos y en particular en el estudio de la propagación de enfermedades infecciosas y biología de sistemas. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel I.

Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas,  
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla,  
Puebla-México  
[jorgevc@fcfm.buap.mx](mailto:jorgevc@fcfm.buap.mx)

### Revista: ¿Podría hablarnos un poco de su área de investigación?

*Dr. Jorge Velázquez:* Yo me dedico a modelización matemática. Esa área es muy amplia porque se puede modelizar casi cualquier cosa. En particular, me dedico a epidemiología y a biología de sistemas. Son dos subáreas en las que más me enfoco. Lo que hacemos en estas áreas es, a través de ecuaciones diferenciales, describir la dinámica de estos sistemas, por ejemplo, en epidemiología, lo que se describe es cómo se va propagando en la población la epidemia. Describimos cuántas personas de una población se van contagiando conforme va pasando el tiempo y hacemos modelos que tomen en cuenta varias zonas.

Los modelos más tradicionales o más antiguos de epidemiología consideran una sola zona que puede tener aproximadamente tres ecuaciones diferenciales no lineales. Pero ha evolucionado esta área y nosotros estamos trabajando con metapoblaciones. Esto se refiere a que tomamos en cuenta colonias o ciudades, y entre estas colonias o ciudades se mueven las personas, por lo que se pueden contagiar habitantes de distintas zonas. Entonces, estos modelos ya son mucho más grandes, por así decirlo, porque tenemos un modelo epidemiológico para cada una de estas zonas.

Y entonces tenemos que resolver este sistema de ecuaciones con la computadora. No sólo se trata de resolver el sistema, se tienen que resolver preguntas de investigación. Eso es lo interesante de epidemiología. Podemos decir: ¿cuál sería la mejor estrategia para contener una epidemia? O ¿tenemos que cerrar las carreteras, o no? ¿Qué efecto tendría cerrar las carreteras? ¿Qué efecto tendría colocar un hospital en cierto

pueblo o en ciertas zonas de la ciudad? Uno modela eso que en la realidad no se puede experimentar. Bueno, no podemos andar experimentando poniendo un hospital y luego quitándolo porque no dio resultado, ¿no?. Son cosas de las que no se puede hacer un experimento en la realidad, entonces se realiza una simulación y se prueban varias cosas. Con eso se determina una mejor estrategia o se da respuesta a si cierta estrategia es buena o no.

En particular, yo me estoy dedicando precisamente a proponer índices de riesgo en metapoblaciones. Esos índices sirven para determinar en qué zona conviene aplicar medidas de control, en qué zona de la ciudad, si es un modelo de una ciudad, o en qué ciudad o pueblo del país, si es un modelo de todo un país. Y no solo a qué área, sino en qué proporción. Porque puede haber un índice de riesgo muy alto en alguna zona, uno intermedio en otra y uno bajo en otra. Así, uno puede repartir los recursos con los que se cuenta para mayor control en una zona y menor en otro. Eso es en el área de epidemiología.

En biología de sistemas, igual se plantean modelos en términos de ecuaciones diferenciales que describan las concentraciones de proteínas y ciertas sustancias dentro de las células. Esto para determinar la función de la célula. Una célula tiene distintas funciones que varían si es una célula de hueso, una célula de piel o una célula de la córnea del ojo. ¿Qué distingue a todas estas células? Lo que las distingue es la concentración de proteínas que tiene cada una. Cada una tiene distinta concentración de ciertas proteínas en particular. Y, ¿qué determina qué concentración tiene cada una? Pues su medio ambiente y la comunicación con las células alrededor



de ellas. Porque cuando se empieza a desarrollar un ser vivo, no necesariamente un ser humano, cualquier ser vivo, empieza de una sola célula y esa célula se empieza a reproducir y luego a diferenciar. Y dependiendo de los factores físicos y químicos a su alrededor, se va determinando en un tipo de célula o en otro. A eso se le llama diferenciación.

Bueno, ¿por qué es importante esta área? No sólo es para describir este proceso, sino porque lo mismo pasa con enfermedades. La enfermedad más prototípica en este tipo de investigaciones es el cáncer.

El cáncer son células cuyo funcionamiento no es el óptimo. Quiere decir que cambiaron su función. Entonces uno podría intentar cambiar el ambiente y los factores físicos químicos del ambiente de esta célula, o de este conjunto de células, para lograr regresarlas a un estado natural. Hay algo muy interesante aquí. En ecuaciones diferenciales hay algo que se llama atractor. Es decir, un sistema dinámico se puede visualizar como un puntito en un espacio de muchas dimensiones, y este puntito me diría qué concentración tiene de cierta proteína  $A_1$  o qué concentración tiene de la  $A_2$ , dependiendo la coordenada donde esté.

Conforme pasa el tiempo, este puntito se va moviendo en este espacio, lo que representa que van cambiando las concentraciones de las distintas proteínas en la célula. En los sistemas dinámicos no lineales, este puntito tiende a un punto fijo, un punto estacionario, y ahí se queda. Pero dependiendo de dónde empezó la dinámica, no llega al mismo, puede llegar a otros puntos fijos distintos. Estos puntos fijos son distintos atractores del sistema dinámico. Y a cada uno de estos atractores se les asocia una función celular. Por ejemplo, se puede decir que las células de piel llegaron a un atractor del sistema de ecuaciones, y las células de músculo llegaron a un atractor distinto del mismo sistema de ecuaciones. ¿Por qué decimos del mismo sistema? Porque las células tienen el mismo ADN, tienen la misma codificación, pero se distinguen. Entonces, así se ha logrado explicar o representar la diferenciación celular.

Bueno, si tienen la misma información, si tienen los mismos genes, ¿por qué en algunas células se activan unos y no se activan otros? Porque lo podemos representar como un sistema no lineal de interacción entre moléculas y proteínas, que pueden llegar a un atractor o a otro atractor. Así, para el cáncer se puede interpretar que la célula está en un atractor. Y uno puede decir: Bueno, ¿qué tengo que cambiar del ambiente físicoquímico para mover un poquito el sistema desde el exterior? Uno lo forza para lograr llegar a otra cuenca de atracción que sea la cuenca de atracción de las células sanas. Entonces, a groso modo, tenemos esas dos áreas de investigación, y hay mucho trabajo que se puede hacer ahí.

**Revista:** Creo que los estudiantes en nivel formativo de física estamos acostumbrados a escuchar de conceptos que conciernen únicamente a la física. Y escuchar la relación que existe con otras áreas es bastante interesante, y no sólo pa-

ra nosotros. Cuando le dices a alguien externo a la academia que puedes resolver problemas en biología con física, probablemente le surjan muchas preguntas.

**Dr. Velázquez:** Sí, aquí la herramienta en la que nos basamos es “sistemas dinámicos”, o en física se le conoce como “sistemas complejos” que son sistemas dinámicos no lineales. Y estos tienen mucha tradición en física, aquí los estamos aplicando a otras áreas que no tradicionalmente se les engloba en el área de física. Pero son herramientas que han logrado desarrollarse gracias a la física.

**Revista:** Actualmente, ¿tiene algún proyecto específico en el que esté trabajando?

**Dr. Velázquez:** Sí, y precisamente en epidemiología estoy trabajando en unos índices de riesgo. Hace un tiempo, publicamos un artículo sobre índices de riesgo estático, es decir, uno propone un modelo epidemiológico en una región, un modelo metapoblacional. Este modelo tiene parámetros, que son números que lo caracterizan.

Por ejemplo, la tasa de contagios en una región es distinta a la de otra región. O para la tasa de movilidad: no es el mismo flujo de personas desde Puebla a Ciudad de México que desde Puebla a alguna zona más pequeña.

Entonces, esos son los parámetros, y a través de esos parámetros propusimos índices de riesgo con los que se pueden identificar las zonas de mayor riesgo aunque no haya epidemia todavía. Ahí convendría tener medidas de prevención, para que cuando llegue alguna enfermedad, no se origine un brote tan grande. Actualmente estoy trabajando en unos índices dinámicos que ya consideran la información de cuántos contagios hay en una epidemia. Tienen la información del riesgo de la zona y el número de contagios que hay en la zona.

Y a estos índices dinámicos les llamo dinámicos porque va cambiando su valor dependiendo de cómo va evolucionando la epidemia. No siempre es igual, y podemos llamarlos índices de control, más que de riesgo. Son de control porque ayudan a controlar la epidemia una vez que está en la zona.

Con respecto a epidemiología ese es mi trabajo, digamos, “personal”. Colaboro con otros profesores, pero es en el que yo estoy personalmente más involucrado. Tengo otros trabajos donde hay estudiantes y colaboro con otros profesores. Los profesores con los que estoy colaborando en este trabajo son Beatriz Bonilla, Andres Anzo, Carlos Hernández y Andrés Fraguera.

Y tengo, en otra área que es biología de sistemas, otro trabajo. Lo que más me interesa es el uso de redes neuronales artificiales, que es una forma de programar una técnica de aprendizaje máquina, para representar el paisaje epigenético. Ahora, les explico qué es esto del paisaje genético. Recordemos que en un sistema dinámico se puede llegar a un atractor o se puede llegar a otro.

Se puede uno imaginar esto como si fuera una sábana destendida, o arrugada. Y pues tiene varias cuencas, varios



fondos. Y dependiendo de dónde se ponga una canica, ésta rueda al fondo de una arruga, es decir, al fondo de una cuenca o de otra. Entonces, cada una de las cuencas es un punto de atracción. Es un atractor. A esta sábana, en el área de biología de sistemas, se le denomina el paisaje epigenético. Cada una de las cuencas determina qué genes están activados o cuáles no están activados. Bueno, uno se imagina esta sábana en dos dimensiones, pero en realidad tiene tantas dimensiones como genes. Y hay tantos genes que es una superficie en un espacio de dimensión muy grande, de cientos de dimensiones. Entonces se tiene que reducir.

Un problema muy grave en esta área, o muy importante es ¿cómo reducir esa dimensión? Porque tratar un sistema con una dimensión tan grande es muy difícil. Siempre se hacen aproximaciones o se puede decir: “Bueno, yo no voy a tomar todos los genes, sólo tomo tres genes y vamos a ver cómo interactúan estos”.

Y las redes neuronales tienen la capacidad de manejar muchas dimensiones. El típico ejemplo de lo que pueden hacer las redes neuronales artificiales es detectar si una imagen es un perro o un gato. En este ejemplo de detectar si es un perro o un gato, las dimensiones vendrían siendo los píxeles de la imagen. O sea, si tú le enseñas una imagen de un gato, la intensidad de cada pixel de esta imagen correspondería al estado de cada dimensión de un sistema. Entonces, como verán, una imagen tiene un montón de píxeles. Vemos que las redes neuronales son apropiadas para manejar sistemas de muchas dimensiones. Por eso estamos trabajando en ver si es posible que esta tecnología de redes neuronales artificiales pueda representar de forma eficiente un paisaje epigenético o, de forma equivalente, una red de regulación celular, que es un sistema de muchas dimensiones. Y en eso estamos trabajando. En esta otra área.

**Revista: ¿Tiene algún proyecto futuro o algo en lo que le gustaría trabajar si termina alguno de estos, o si tuviera más tiempo?**

**Dr. Velázquez:** Bueno, de hecho a mí me interesa mucho profundizar más en biología de sistemas y en redes de regulación genética. Mi objetivo más ambicioso es poder relacionar los datos experimentales de activación genética. Se hacen experimentos donde se determina qué genes están activos y qué genes están inactivos.

Los hacen en probetas y se pueden ver cosas como: si junto estos genes, ¿cuáles se activan, cuáles no? O incluso en células. Midiendo las concentraciones de proteínas, se puede saber qué genes están activos y cuáles no. Estos datos muchas veces se representan como redes de correlaciones entre genes, es decir, si está activado este gen ¿cuál es la probabilidad de que esté activado otro gen? Pero eso es a lo más que se llega, porque es algo empírico. Se obtienen correlaciones. Entonces, mi objetivo más ambicioso sería que esta información de correlaciones la logremos aterrizar en un modelo dinámico,

donde uno pueda decir por qué se observan esas correlaciones. Dejar evolucionar el modelo dinámico y poder decir que se están observando estas correlaciones, porque el sistema llegó a un atractor determinado.

Y eso es muy importante porque, teniendo un modelo dinámico, uno podría realmente decir qué se le tiene que modificar al modelo dinámico para llegar a algún resultado. A lo mejor se introduce cierta proteína y ya sabes cómo va a reaccionar el sistema, porque ya tienes un modelo. Ya no tendríamos que hacer el experimento. Podemos decir: a ver, si yo le pongo esta proteína a esta célula, ¿cómo va a reaccionar? O, ¿qué va a pasar si inhibo este gen en una célula? Actualmente lo tienes que hacer en el experimento. Si uno logra tener un modelo teórico, lo puede hacer con la teoría sin necesidad de hacer el experimento, y puede ser mucho más eficiente hacer pruebas.

Y esto va enfocado a la biología sintética, que es hacer máquinas genéticas. Es decir, voy a diseñar una célula que tenga cierta función en específico. Por ejemplo, algo que ya se ha mencionado es la curación del cáncer. Lo óptimo sería poder diseñar un tipo de célula o un tipo de virus que elimine las células cancerígenas.

A eso va enfocado mi trabajo futuro, y tengo mucho interés en desarrollar esa parte.

**Revista: ¿Qué es lo que lo motivó a hacer su carrera científica?**

**Dr. Velázquez:** La verdad es el amor al arte. Desde que iba en primaria, desde que era un niño, cuando me preguntaban qué quería ser de grande, no decía físico porque no sabía que existía esa carrera. Pero yo les decía que inventor. Siempre me ha gustado la electrónica, las lucecitas. Y siempre me preguntaba: ¿por qué?, ¿por qué el rayo? Siempre andaba tratando de encontrarle explicaciones a las cosas. Entonces ya lo traía de vocación desde niño.

Y no me he arrepentido. Es una carrera bastante pesada y difícil, pero que también trae muchas satisfacciones con el tiempo.

**Revista:** De hecho es lo que se dice, que los científicos son como niños que nunca crecen y siempre andan haciendo preguntas.

**Dr. Velázquez:** Sí, es como una forma de relacionarse con el mundo. Tratar de encontrarle orden, lógica o explicaciones a las cosas, y que en lo personal me hace sentirme más unido al mundo. Al mundo físico. Si no entiendo el porqué de algo, pues no lo hago mío. No, no me siento tan unido como cuando sé porqué son las cosas, o cómo funcionan las cosas.

Estudiar física, y saber el porqué de las cosas, es algo que te genera conexión con el mundo.

**Revista: ¿Usted admira a algún científico, o tiene algún modelo a seguir?**

**Dr. Velázquez:** Admiro los trabajos de los científicos famosos. Pero no puedo decir que los admiro como personas,



porque no los conozco muy bien. No, no puedo decir que los admiro. Bueno, alguien a quien yo creo que sí admiro un poco, y va a sonar trillado, es Einstein. Porque tuvo la capacidad de salirse de su contexto histórico. En el momento en el que propuso sus teorías, éstas eran muy revolucionarias. Entonces tuvo la capacidad de proponerlas aunque no encajaran en su época.

De forma más personal, sí admiro a un profesor del posgrado que me dio clases. De hecho, a él yo lo veo más como mi modelo a seguir. Me gustó mucho cómo daba clases y es como una referencia cuando yo doy clases.

Como científico también es muy bueno, se llama Rafael Pérez Pascual, y trabaja en el Instituto de Física de la UNAM.

**Revista: ¿Tiene alguna anécdota de su época como estudiante, algo que lo marcara o que cambiara su forma de pensar?**

*Dr. Velázquez:* En general, uno se va construyendo por pequeñas decisiones y pequeñas experiencias, pero hay experiencias que te marcan más que otras. Y está relacionado con la pregunta anterior. Tomé un curso con este profesor, Rafael Pérez Pascual, y eso sí me cambió la visión que tenía de mi actividad científica. Fue cuando me sentí más seguro y preparado. Esto fue en el posgrado, y me dio las herramientas para tener una visión más integradora de todos mis conocimientos.

Yo creo que ese fue el momento clave. Él me dio la materia de mecánica clásica, pero las herramientas matemáticas que usa la mecánica clásica son muy útiles para tener una estructura integradora de todos los conocimientos.

Me marcó mucho, y fue cuando logré tener esta idea de que todo tiene relación.

Un comentario que también me marcó bastante fue de mi asesor de doctorado, que me dijo: “Cuando tú escribes algo, y no te entiende el lector, tendemos a echarle la culpa al lector, ¡pero esto está mal! Lo más probable es que no te estés explicando bien”. Entonces, esto me influenció para tratar de explicar todo claramente. Tanto para escribir como para explicar.

Pues no se trata de usar términos complejos, o de explicarlo muy elaborado. Mis espectadores, sean quienes sean, estudiantes, u otros profesores o colegas, van a apreciar más lo que uno hace, o disfrutarlo más, si lo entienden. Yo creo que me ha ayudado mucho ese comentario de no tratar de elaborar las cosas más de lo que son. Hay que intentar explicarlo muy claramente.

El que me hizo este comentario fue mi asesor de doctorado, Alberto Robledo Nieto, igual del Instituto de Física de la UNAM. También hizo que cambiara mi forma de trabajar con los estudiantes y con los colegas, por la forma en que me trataba. Era muy amable, muy amigable, y bueno, me gustó la forma en que colaboramos.

Me trataba como colega, no me veía menos y sí escuchaba

mis opiniones, lo que a veces es un honor, ¿no? Aunque no lo convencí, y me decía: “No, no, no. Mejor hay que hacer esto, y hay que llevar el trabajo por esta línea, no por la que tú dices”. Pero siempre lo decía con mucho respeto. Y no sólo respeto, sino que me tomaba como su colega. Eso me gustó mucho, y yo trato de trabajar así con los demás.

En otra etapa posterior, en el postdoctorado en Nottingham, yo colaboré con un biólogo, de hecho ahí empecé a dedicarme a los temas de biología, con un biólogo que se llama Markus P. Eichhorn. Me marcó por trabajar con alguien de otra área. Me ayudó mucho y reforzó la idea de darse a explicar para que te entiendan aún personas de otra área. También me enseñó a colaborar en la investigación científica.

Lo puedo resumir así: el colaborar es tratar de hacer brillar las ideas del otro. Entonces mi colaborador tenía una idea biológica. Me lo explicaba con términos biológicos e ideas intuitivas, y yo tenía que esforzarme en trasladar su idea o sus hipótesis en las herramientas que yo conocía, que eran las matemáticas y algún concepto físico.

A veces cuesta trabajo colaborar porque muchos sólo quieren que brillen las ideas de uno. Y cuando el otro trae una idea, tal vez uno no le hace caso. Ahí me di cuenta de que hay que escuchar al colaborador para conocer su idea. Poner mucha atención, y a lo mejor no nos va a llamar la atención, en primera instancia, su idea. Pero uno tiene que saber que es muy valiosa. Entonces nos preguntamos: “¿Cómo lograría pulirla para que se viera más valiosa?”. Y uno la pule con las herramientas y los conocimientos que uno tiene, se engrandece la idea y ya tiene elementos de ambas personas.

Eso también me marcó, el colaborar con alguien de otra área y saber valorar las ideas de los colaboradores.

Estas tres personas me han marcado mucho, incluso sin que ellos lo supieran, pero los recuerdo constantemente. Me enseñaron muchas cosas e influyeron en cómo actúo hoy en mi labor científica.

**Revista: ¿Cómo cree que un estudiante debe elegir su área de investigación?**

*Dr. Velázquez:* Creo que siempre hay dos factores. El que yo creo que es más importante es que le llame la atención. Que cuando esté estudiando, le emocione. Que no sea por decir: “Es que si yo me dedico a esta área voy a saber mucho, ¿no?”. O cosas por el estilo.

Ahora no sé qué piensen los estudiantes, pero en mi época a veces se elegía el área por la moda o porque era lo difícil. Como para demostrarse algo a uno mismo. Entonces, yo creo que elegir el área para demostrarse algo a uno mismo no es lo óptimo. Es muy posible que no haya buenos resultados. Creo que se debe elegir área basado en que, cuando estudien algo, les guste, les emocione y lo vean bonito. Y este es el primer factor al que me refería, el que creo que es lo más importante.

Y claro, siempre tienen ponerle una pizca de la utilidad, de cuestiones prácticas: ver si no está muy saturada el área



y que no convenga, o ver cuál es la utilidad del área, ¿no? Que si es un área establecida, seguramente hay utilidad. Pero cuando uno es estudiante, lo que le llama la atención pueden ser cosas muy abstractas o nuevas, donde todavía no está establecida un área. Pero creo que eso es lo secundario. Hay que tomarlo en cuenta, pero lo primordial es que nos guste, que nos emocione cuando lo estamos estudiando.

**Revista: ¿Cómo cambió la pandemia la perspectiva que tiene sobre su trabajo como investigador, o como docente?**

*Dr. Velázquez:* Con respecto a mi trabajo como docente, aprecio mucho más las clases presenciales ahora. Porque, aunque he tratado de adaptarme a dar clases en línea, me di cuenta de que ver a los estudiantes presentes me retroalimentaba.

No sólo en conocimiento o con sus preguntas, que te hacen pensar. Pues uno va aprendiendo con las preguntas de los estudiantes. Pero también con su energía. Ahora me agoto más en dar una clase, porque no me transmiten su energía, sólo le doy la clase a una pantalla y en vivo me emocionaba más ir a la clase. Me gustaba ir a la clase por el simple hecho de ver una expresión de los estudiantes, eso te alimenta y te da ánimos.

Bueno, también te da mucho desánimo cuando ves expresiones de que no lo entienden o de que están distraídos. Pero se compensa con las expresiones de sorpresa y de interés de los estudiantes, pero ahora no las puedo tener.

La cuestión de investigación la verdad no cambia mucho, porque mi investigación es teórica. Entonces no necesito un laboratorio. Necesito mi computadora, hojas y papel. Y si uno tiene la suerte de lograr tener un espacio en su casa, entonces puede seguir haciendo este tipo de investigación. Para quien no tenga un espacio así en su casa, es mucho más difícil. Porque se interrumpe con las otras actividades de la familia, entonces sí se puede dificultar muchísimo.

De hecho, yo estuve un tiempo así, en un espacio muy reducido, y la verdad fue muy difícil. El año pasado, cuando empezó esto en primavera del 2020, a mí me costó muchísimo trabajo, sólo me dediqué a dar clases por la responsabilidad que uno tiene. Y aun así, las clases me fueron muy difíciles. En este semestre, en mi familia ya logramos acondicionarnos en un espacio más amplio y estoy más tranquilo. Ahora puedo hacer mejor mi trabajo. Pero si uno no tiene el espacio, creo que sí es muy difícil.

**Revista: ¿Qué recomendaciones les daría a los jóvenes investigadores, o incluso los estudiantes, para avanzar académicamente a pesar de todas estas dificultades?**

*Dr. Velázquez:* Más que recomendación, es darles ánimos. Estas carreras científicas son de mucha tenacidad. En algún momento, cuando yo era estudiante, oí comentarios de profesores que decían que estas carreras son para masoquistas. Bueno, no lo veamos así, no lo quiero ver así. Pero sí se

requiere mucha tenacidad y muchas ganas de estar en esta carrera, porque es una carrera larga y difícil. En particular en el posgrado.

Mi posgrado lo sentí difícil muchas veces, porque uno se separa de su ciudad de origen. Y también porque, en algunas situaciones, es difícil este nivel. Por ejemplo, si uno está acostumbrado a buenas calificaciones, en el posgrado se pueden tener malas calificaciones. Pero se tiene que seguir porque le gusta, se debe tener muy claro que uno quiere estudiar esto.

No estoy en la situación de los estudiantes de ahora, pero supongo que ha de ser muy difícil, porque yo lo viví sin estar en esta situación. Si a mí me costó mucho trabajo, con este problema debe ser mucho más complicado, pero es como una prueba más del carácter del científico. A veces el científico tiene que ser muy constante y saber manejar las frustraciones.

Eso es también parte de la formación científica que nos da esta carrera. A veces los problemas no nos salen, no tenemos la calificación que queríamos. O dices: "Es que dediqué seis horas en hacer un problema y creí que estaba bien. Llego, y el profesor me lo pone mal, pero era sólo un error..." etcétera. Es parte de nuestra formación saber manejar las frustraciones de las carreras científicas. Yo les recomendaría que lo vieran de esa forma para que tengan fuerza y que continúen, que no lo dejen.

Tienen que formarse en manejar las frustraciones y las dificultades. Tiene que ver que no va a ser así todo el tiempo. Esperemos que no sea así todo el tiempo, y que en unos meses las cosas mejoren. Sólo es cuestión de aguantar esta etapa más difícil.

**Revista: ¿Cuál es su opinión acerca de la ciencia mexicana?**

*Dr. Velázquez:* Hay muchos aspectos. Yo siento que iba bien, no sé ahora. Hubo un cambio en las políticas, no quiere decir que hubo un cambio en los científicos, pero sí en la dirección en la que se quiere llevar la ciencia.

Antes, yo creo que la ciencia en México iba creciendo, y en algunas áreas creo que tenía cierta madurez porque hay muy buenos científicos. Sin embargo, considero que hay que aumentar la masa crítica de científicos. Aunque hay muy buenos científicos y uno no tiene que ir al extranjero para hacer un buen posgrado, o para aprender cosas de primera línea, creo que puede haber más científicos.

El problema es que a veces no hay dónde emplearlos. O por lo menos esa impresión da. Se puede pensar: "¿Para qué produces más científicos como país si no tienes dónde darles trabajo?" A lo mejor se podría promover más el enlace con la industria. Abrir más la cantidad de áreas que hay. Porque si se abren más áreas, habría más oportunidades para científicos.

A partir de ahora, que se han estado cambiando las políticas de ciencia, realmente no sé qué resultados se vayan a tener. Yo creía que estaban dando buenos resultados hasta ahora. Pero no sabría decirles si las nuevas políticas van a re-



sultar en algo bueno. Si son prudentes o no. Habría que ver los resultados en unos años para saber la respuesta.

**Revista: ¿Qué es lo que se debería hacer para que los niños y jóvenes se interesen más por la ciencia o por este tipo de carreras?**

*Dr. Velázquez:* Yo creo que es muy importante el papel de los profesores de educación preuniversitaria. También básica, pero más del bachillerato o la preparatoria. Yo creo que ahí es donde la mayoría de los estudiantes decide su carrera. Para interesar a algunos estudiantes en, por ejemplo, física. Debe haber un profesor que muestre que le gusta la física. No necesita ser un gran mercadólogo, simplemente que sea alguien que le gusta su área. Creo que, con eso, varios estudiantes la considerarían.

También sería útil saber que es una de las carreras científicas más nobles, en cuestión de trabajos. Este tipo de carreras son muy pesadas cuando uno las estudia, pero son de las mejor pagadas. Si uno ve las estadísticas, en promedio, está entre las carreras mejor pagadas.

Además, no es tan difícil conseguir trabajo. Bueno, tal vez es difícil conseguir ciertos trabajos. Por ejemplo, en las universidades más importantes del país como profesor de tiempo completo. Lograr esto puede llevar años, pero en otras partes no es tan difícil ser contratado si uno tiene una formación científica. Se puede trabajar en otras universidades, a lo mejor no tan grandes, en otros centros educativos o de investigación.

Ahora no sé cómo estén las cosas. En mi tiempo sí se decía: "Pero ¿de qué vas a vivir?". Porque, como nadie conocía a un físico, nadie sabía en qué trabajan. Pienso que existe esta idea en la mayor parte de la población, y se puede ejercer cierta presión sobre los que tienen interés en estudiar estas carreras.

Los que no están tan seguros pueden preguntarse si tendrían trabajo. Si se supiera o si se le hiciera más promoción a estas estadísticas de que es una carrera bien pagada, en promedio, yo creo que se eliminaría ese "tabú" y se animaría a más estudiantes.

**Revista:** Creo que, quienes estamos en esta carrera, hemos pasado por esto, que nos pregunten: "¿pues qué hacen los físicos?"

*Dr. Velázquez:* Sí, hay darle promoción a la carrera, que se sepa que existen físicos y que se hace investigación es un avance. Y también que se sepa que les pagan un sueldo, que no están sólo en su recámara, bueno, ahora sí, pero generalmente no están en su recámara con una bata y ya. Es un trabajo como cualquier otro.

**Revista: ¿Además de la ciencia, usted tiene algún otro pasatiempo o algún hobby que lo apasione?**

*Dr. Velázquez:* La verdad, me gusta ver películas. Disfruto mucho ver películas y series en la noche. Ya que acabé el trabajo, me gusta sentarme, relajarme y ver una buena serie o película. Lo disfruto muchísimo.

También, algo que no considero un hobby, pero que me gusta hacer por cómo me hace sentir, es salir a correr en las mañanas. No es mucho, salgo 20 minutos de mi casa y corro. Eso me ayuda mucho en el trabajo porque lo relaja bastante a uno. Es una forma de liberar el estrés. Entonces estoy más concentrado y con más energía. Podría parecer paradójico, pero cuando salgo a correr, tengo mucha más energía. Y cuando no puedo salir, me siento con menos energía.

Considero que esto me gusta mucho por los efectos, sinceramente el correr en sí mismo me cuesta un poco de trabajo, pero lo hago por pensar en cómo me voy a sentir después. Así que lo hago frecuentemente. Y por salud también.

**Revista: Ahora que hemos estado en casa, de las películas o series que ha visto, ¿tiene alguna recomendación para nuestros lectores?**

*Dr. Velázquez:* Si me pongo a pensar, seguramente tengo varias, pero una reciente me llamó la atención porque el semestre pasado di la materia de procesos estocásticos, y precisamente vimos un poco el tema de cómo entrenar redes neuronales artificiales.

Y vi una película documental, que es "El dilema de las redes sociales". Me llamó mucho la atención, hasta se la recomendé a los estudiantes, porque habla de modelos. Esta película documental habla de que las grandes empresas del Internet, como Facebook, Google o Twitter, tienen modelos de nosotros. En esta serie, lo caricaturizan un poco, con imágenes como de un holograma de los usuarios.

Pero yo les explicaba en mi curso que los modelos a los que se refieren son precisamente modelos de aprendizaje máquina, *machine learning*. En particular, uno de ellos son las redes neuronales artificiales. Pero no sólo por eso me llamó la atención, también fue porque toca un tema que, yo creo, es importante empezar a ver en esta época. Es el tema de las redes sociales.

Tenemos que cuidar varios factores, y la película los menciona. Son tanto la adicción como la influencia que pueden tener sobre nosotros. Se tocan esos dos temas, y me parece que es importante empezarlos a pensar en nuestra sociedad, para saber cómo mitigarlos. Esos problemas ya están, pero que creo que se pueden hacer más grandes en los próximos años o en las próximas décadas. Se deben regular o se encontrar soluciones a estos problemas colaterales de las redes sociales.

**Revista: ¿Hay algún mensaje que le gustaría dar a los jóvenes, a los estudiantes que van a empezar en este mundo de la ciencia?**

*Dr. Velázquez:* Pues que le echen muchas ganas porque, como ya lo mencioné, es una carrera difícil en general. Pero que tiene muchas satisfacciones, y si se llevan desilusiones o frustraciones, que lo vean como parte del proceso, que no tiren la toalla. Es parte del camino de esta carrera. Es normal que se tengan desilusiones y frustraciones.



## La importancia de la conectividad del paisaje

Por Edgar G. Leija y Manuel E. Mendoza

Actualmente la conectividad del paisaje es una herramienta clave para la conservación de la biodiversidad. Existen estudios limitados que proporcionan datos empíricos sobre los beneficios de esta herramienta para la conservación de los ecosistemas [1]. La conectividad del paisaje aborda dos conceptos esenciales, denominados conectividad estructural y conectividad funcional. La primera se refiere a las características espaciales entre elementos estructurales del paisaje y la segunda se define a la facilidad de movimiento de especies entre fragmentos de hábitat [2, 3] (Figura 1).

El análisis de la conectividad representa grandes desafíos, debido a los cambios en el comportamiento humano, impulsados por el aumento de la población, el cambio en la cobertura y uso del suelo, y desarrollo económico, entre otros, que generan la disminución de las superficies naturales de los hábitats, lo cual conlleva una pérdida y degradación y de la biodiversidad [4]. La funcionalidad, el mantenimiento de los ecosistemas y los servicios que ofrecen, son elementos clave para el flujo de especies, materiales, energía, información a través de los paisajes [5].

El cambio climático, también genera impactos negativos y adversos en la distribución de las especies terrestres [6]. Debido a que los fragmentos están expuestos a la mayor variación de los patrones climáticos [7], generando disturbios directos e indirectos como aquellos asociados a los cambios en las etapas de desarrollo de la vegetación, la red alimentaria, la propagación de enfermedades y la extinción de especies. La transformación y fragmentación del paisaje por actividades económicas, derivadas de múltiples factores y a diferentes escalas espacio-temporales, se han convertido en temas de gran interés, con la finalidad indicar los efectos ecológicos por el cambio ambiental global [8]. Sus impactos generan dos principales consecuencias. La primera consiste en la homogeneización del paisaje, es decir la simplificación de los componentes del paisaje. La segunda está relacionada con la disminución de la superficie de los hábitats naturales generando fragmentos aislados y de menor superficie. Lo cual favorece la pérdida de la conectividad entre parches (porciones de áreas diferentes a las que lo rodean), que afectan su composición, estructura y la biodiversidad [8] (Figura 2). La pérdida de hábitats y la fragmentación alteran e irrumpen la dinámica de las comunidades, por ejemplo, la abundancia de las

### Edgar G. Leija

Licenciado en Geografía y Maestro en Ciencias Ambientales (UASLP). Realizó el Doctorado en Ciencias en Biodiversidad y Conservación (UAEH). Actualmente es investigador posdoctoral en el Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental de la UNAM, campus Morelia. SNI nivel -. Su investigación está enfocada en el monitoreo y modelado espacial de los procesos que genera la deforestación por el cambio uso del suelo y paisajes fragmentados, para diseñar acciones de conservación a través de la conectividad del paisaje y programas de REDD+.



### Manuel E. Mendoza

Licenciado en Geografía (UNAM), Maestro Ciencias en Ecología y Manejo de Recursos Naturales (ITESM) y Doctor en Ciencias de la Tierra (UNAM). Es Investigador Titular C y Secretario Académico del Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental de la UNAM, campus Morelia. SNI nivel 2. Forma parte del Laboratorio interinstitucional de Análisis de peligros y riesgos (LIAR). Su trabajo contribuye a resolver problemas de uso adecuado del territorio nacional a diversas escalas.



**Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental. Universidad Nacional Autónoma de México**

Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701, C.P. 58190 Morelia, Michoacán, México, [eleija@ciga.unam.mx](mailto:eleija@ciga.unam.mx), [mmendoza@ciga.unam.mx](mailto:mmendoza@ciga.unam.mx)

*Mantener la conectividad del paisaje y la permanencia de los procesos ecológicos a diferentes escalas es clave en la conservación de los ecosistemas y en la persistencia a largo plazo de la dispersión y flujo de especies en paisajes fragmentados. Sin embargo, la conectividad del paisaje ha sido afectada debido a los impactos generados por el cambio climático y a las actividades humanas.*

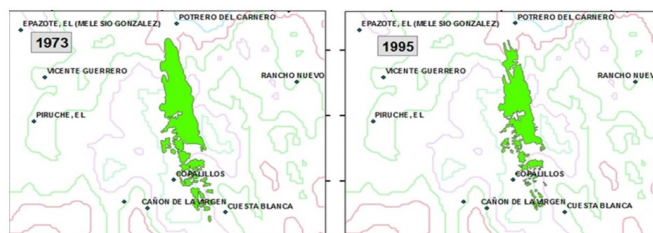
especies, la funcionalidad de los organismos, reducción de la dispersión e intercambio de individuos causando su extinción [9]. Este impacto afecta negativamente a todos los grupos de animales y vegetales como: las aves, mamíferos, reptiles, anfibios, invertebrados y plantas [6]. El impacto depende de los patrones de fragmentación de los hábitats, es decir la abundancia de ciertas especies se relaciona con el tamaño y el grado de aislamiento de los parches de vegetación; se ha documentado que los ecotonos como zonas naturales de transición entre dos o más ecosistemas, que han sido perturbados favorecen la introducción de otras especies [9] (Figura 3).

La conectividad del paisaje tiene un valor importante en la conservación, especialmente en paisajes fragmentados. Sin embargo, se requiere de acciones a corto y mediano plazo para frenar la pérdida y fragmentación de los hábitats con base en la identificación y protección de corredores biológicos que permitan conectar ecosistemas naturales o modificados y mantenga el equilibrio ecológico,



### Conectividad estructural

- \*Composición
- \*Configuración



### Conectividad Funcional

- \*Estructura
- \*Capacidad de movimiento de las especies

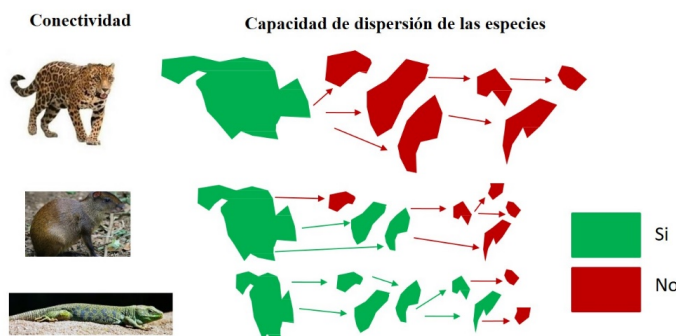


Figura 1: Conceptos fundamentales de la conectividad del paisaje. Un menor hábitat disponible, solo es capaz de mantener poblaciones pequeñas. Caso contrario en las especies de mayor tamaño que requieren hábitats con mayor superficie. Elaboración propia con base en CESAJ y SIGAAF, 2020.

los cuales son considerados una elemento clave para la conservación de la biodiversidad y el intercambio de especies [5].

En este contexto, la conectividad del paisaje constituye una herramienta importante para conceptualizar y representar los elementos esenciales en un mapa categórico que se conoce como modelo parche-corredor-matriz [10]. a) Los parches son áreas de hábitat original que pueden tener diferentes tamaños y formas. Son dinámicos y ocurren en una variedad de escalas espaciales y temporales que varían en función de cada especie. b) Los corredores son elementos lineales de hábitat que conectan parches y pueden variar en longitud y anchura. c) Los parches y corredores están conectados en una matriz

que puede tener distinta extensión, y por lo tanto juega el papel dominante en el funcionamiento de la conectividad del paisaje [10]. (Figura 4).

La conectividad del paisaje representa uno de los pilares clave para la conservación de los hábitats y la biodiversidad. La estructura espacial del paisaje resulta de suma importancia para la comprensión de los efectos de la fragmentación por su valor ecológico y estará dado no sólo por su diversidad de hábitats, sino también por su configuración espacial y la complementariedad entre sus hábitats en la composición de especies.



Figura 2: Esquema ilustrativo de las diferentes formas de impacto hacia los hábitats. Fuente: Matović et al. 2019. Tomado de CESAJ y SIGAAF, 2020.

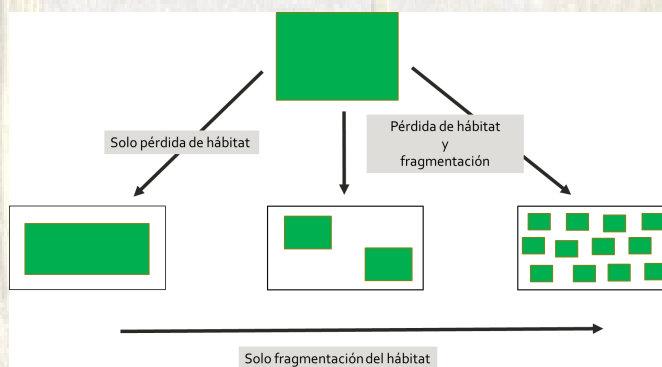


Figura 3: La pérdida de hábitat tiene efectos negativos sobre la biodiversidad más fuertes que la fragmentación per se. Elaboración propia con base en Fahrig (2003).

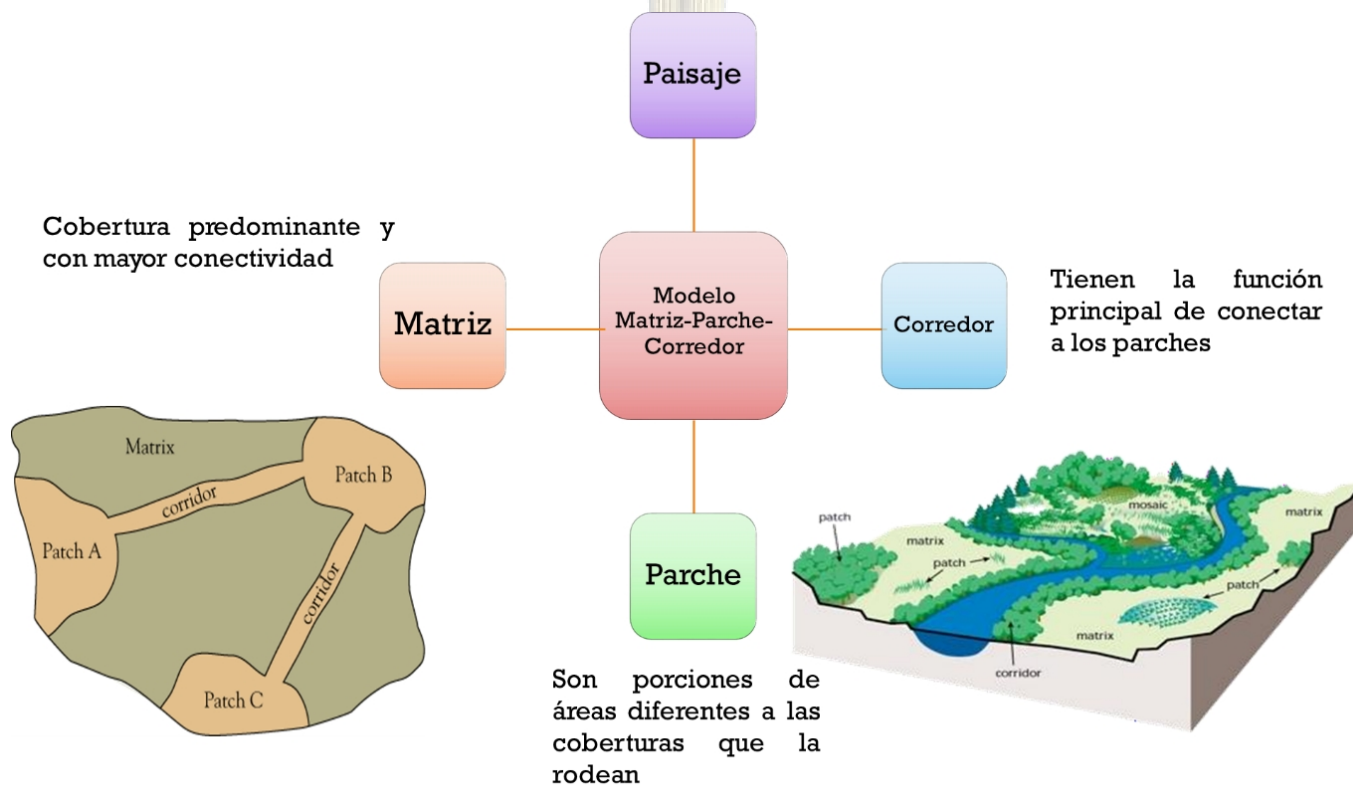
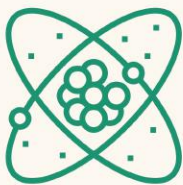


Figura 4: Modelo conceptual de Matriz-Parche-Corredor. Tomado de CESAJ y SIGAAF, 2020 con base en Forman (1995).

## Referencias

- [1] E. G. Leija y M. E. Mendoza. "Estudios de conectividad del paisaje en América Latina: retos de investigación". En: *Madera y Bosques* (2021). En prensa.
- [2] L. Tischendorf y L. Fahrig. "On the usage and measurement of landscape connectivity". En: *Oikos*, 90 (2000), págs. 7-19.
- [3] P. D. Taylor, L. Fahrig y K. A. With. "Connectivity Conservation". En: (2006).
- [4] C. Correa-Ayram y col. "Habitat connectivity in biodiversity conservation: a review of recent studies and applications". En: *Progress in Physical Geography* 40.1 (2016), págs. 7-37.
- [5] K.R. Crooks y M. Sanjayan. "Connectivity Conservation". En: (2006).
- [6] Junhu Su. y col. "Decreasing brown bear (*Ursus arctos*) habitat due to climate change in Central Asia and the Asian Highlands". En: *Ecology and Evolution* 8.23 (2018), págs. 11887-11899.
- [7] J. R. Etterson y S. J. Mazer. "How climate change affects plants' sex lives". En: *Science* 353 (2016), págs. 32-33.
- [8] C. Morera, J. Pintó y M. Romero. "Paisaje, procesos de fragmentación y redes ecológicas: aproximación conceptual". En: (2007).
- [9] L. Fahrig. "Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity". En: *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 34 (2003), págs. 487-515.
- [10] R. T. Forman. "Some general principles of landscape and regional ecology". En: *Landscape Ecology* 10 (1995), págs. 133-142.





El desconocimiento sobre la energía nuclear y sus aplicaciones es el mayor factor que produce miedo en la población. En esta infografía veremos algunos mitos y realidades sobre esta fuente de energía.

### MITO 1: UNA CENTRAL NUCLEAR PUEDE EXPLOTAR COMO UNA BOMBA ATÓMICA

En la naturaleza existen dos tipos de uranio, el 99,2% es U-238 y el 0,7% es U-235, el útil para producir energía. Los reactores nucleares utilizan una proporción del 2-5% de U-235, mientras que las bombas atómicas necesitan para poder explotar un 90%.



### MITO 2: LA ENERGÍA NUCLEAR CAUSA MÁS MUERTES QUE OTRAS ENERGÍAS



Según la WHO, cada año mueren 7 millones de personas por la contaminación atmosférica, en gran parte debida a los combustibles fósiles. La energía nuclear es la fuente de energía más segura en términos de muertes por unidad de energía generada.

### MITO 3: LAS CENTRALES NUCLEARES AUMENTAN EL RIESGO DE CÁNCER

Según un estudio epidemiológico realizado en España en el entorno de las instalaciones, la dosis recibida por la población es muy reducida y no se ha detectado un incremento de la incidencia del cáncer. De hecho, comer un solo plátano te produce más dosis radiactiva que vivir un año junto a una central nuclear.



### MITO 4: LAS CENTRALES NUCLEARES SIRVEN PARA FABRICAR BOMBAS

Las armas nucleares y la energía nuclear tuvieron un origen común y han seguido caminos diferentes. La mayoría de los países que tienen centrales nucleares no tienen armamento nuclear y varios países con armamento nuclear no tienen centrales nucleares.

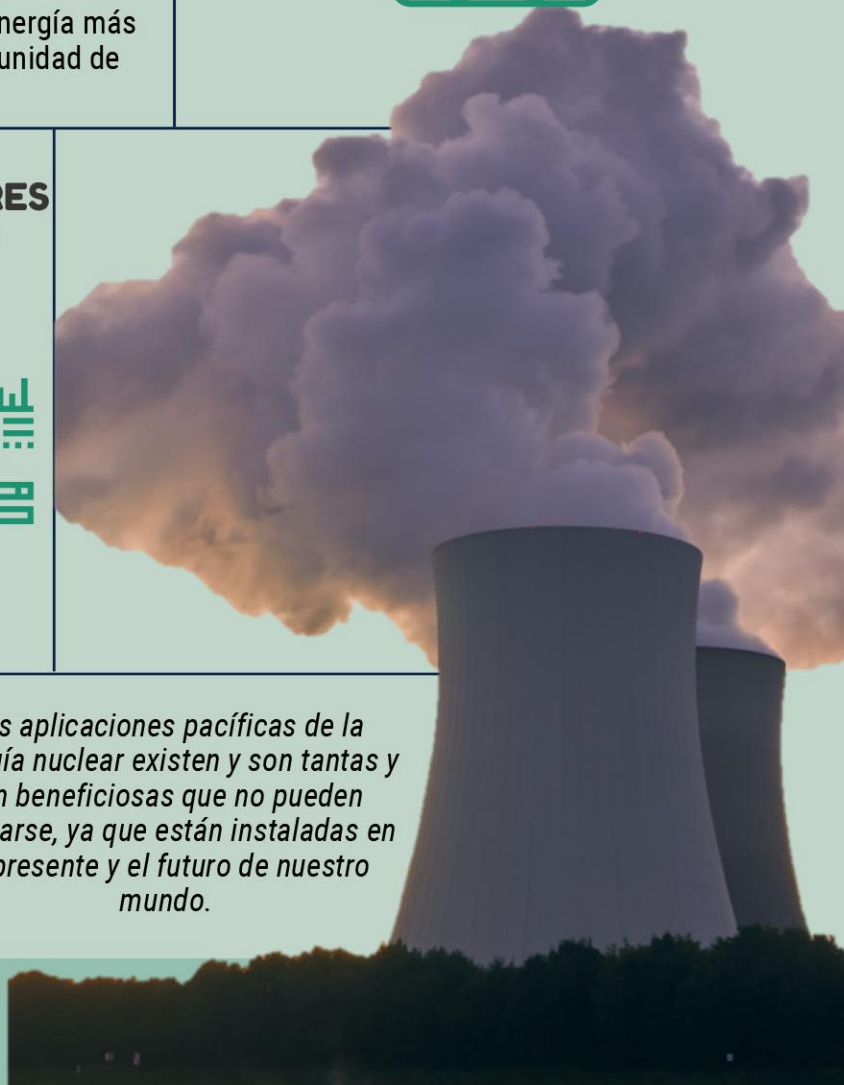
Los reactores comerciales actuales no tienen capacidad para producir plutonio para armamento. En realidad es al contrario: la mayor parte de los reactores tienen capacidad para consumir combustible del reciclaje de armamento.



### REFERENCIAS

- García, Alfredo. (2020). Derribando mitos sobre la energía nuclear. Recuperado de <https://www.revistanuclear.es/en/divulgacion/derribando-mitos-sobre-la-energia-nuclear/>
- CORDOBENSIS. (2007). Algunos mitos y verdades de la Energía Nuclear. Recuperado de <http://www.cba.gov.ar/wp-content/4p96humuzp/2013/03/Algunos+mitos+y+verdades+de+la+Energia+nuclear.desbloqueado.pdf>

*Las aplicaciones pacíficas de la energía nuclear existen y son tantas y tan beneficiosas que no pueden ignorarse, ya que están instaladas en el presente y el futuro de nuestro mundo.*





## PRIMERO, ¿QUÉ ES UN CURITA?

Es un pequeño trozo de cinta adhesiva con una almohadilla absorbente que se usa para cubrir pequeños cortes o heridas en el cuerpo. La almohadilla absorbente a menudo está hecha de algodón y, a veces, hay una capa delgada sobre la almohadilla para evitar que se pegue a la herida.



## ¡LA QUÍMICA EN ACCIÓN!

El vendaje adhesivo protege la herida y la costra de bacterias, daños o suciedad, por lo que el proceso de curación del cuerpo se ve menos perturbado. El adhesivo utilizado en los vendajes suele ser un polímero acrílico. Los monómeros que componen este polímero se llaman monómeros de acrilato.



La mayoría de los pegamentos adhesivos para la piel que se utilizan hoy en día están hechos de un tipo de polímero de acrilato conocido como cianoacrilato. Al principio, los cianoacrilatos se usaban con fines no médicos.

## HISTORIA

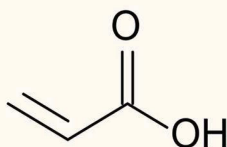
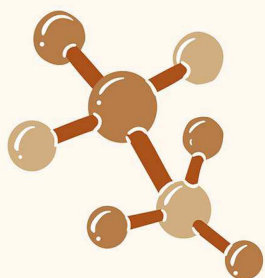
No fue hasta 1998 que la Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos aprobó un tipo especial de cianoacrilato para uso médico. Los cianoacrilatos médicos son menos tóxicos que el pegamento normal que puedes usar en casa.

## FUNCIONAMIENTO

¿Qué es lo que hace que los acrilatos sean tan pegajosos? La respuesta se encuentra a nivel molecular. Los átomos de los acrilatos tienden a tener atracción por otras moléculas, una fuerza similar a la que se ve en la adherencia estática.

## ¿CÓMO ES?

El ácido acrílico contiene los elementos carbono, oxígeno e hidrógeno.



## ¿QUÉ ES UN POLÍMERO?

Los polímeros son moléculas muy grandes compuestas por muchas moléculas más pequeñas unidas químicamente en un patrón repetitivo. De hecho, la palabra polímero en griego significa "muchas partes".

## ¿QUÉ ES UN MONÓMERO?

Un monómero es una molécula que forma la unidad básica para los polímeros. Pueden ser considerados los bloques de construcción de los cuales se hacen las proteínas. Los monómeros pueden unirse a otros monómeros para formar una molécula de cadena repetitiva a través de un proceso denominado polimerización.





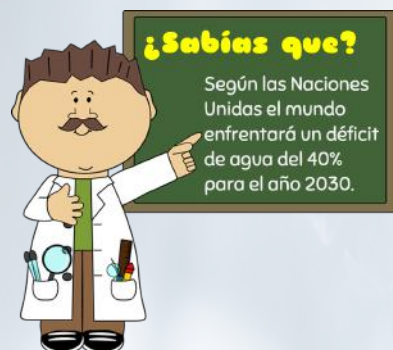
## Sistema de Captación de Agua de Lluvia (SCALL)

Por Mauricio A. Espinosa Albores

### La importancia del agua

El agua es el principal recurso para la vida. Por ello, la disponibilidad de este recurso es un componente esencial del desarrollo socioeconómico y la reducción de la pobreza. En la actualidad, hay un número de factores significativos que influyen tanto en este recurso como en la gestión sostenible y equitativa del agua. Estos factores incluyen la pobreza generalizada, la malnutrición, los dramáticos impactos del cambio en la población, el aumento de la urbanización, los efectos de la globalización y las recientes manifestaciones del cambio climático [uno][1]. El agua potable en las zonas rurales del país es casi inexistente comparada con zonas urbanas según datos de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), por ello, se ha tenido que recurrir a métodos alternos de captación de agua y así poder alcanzar mayor disposición del agua en las zonas más alejadas de las grandes ciudades del país [2].

La CONAGUA ha implementado una serie de acciones que permiten brindar abastecimiento de agua a las viviendas en zonas rurales de nuestro país que no puedan ser atendidas por medios convencionales de distribución de agua potable haciendo uso del agua de lluvia. Los sistemas de captación de agua de lluvia (SCALL) son capaces de captar agua de alta calidad, sin embargo; es necesario que el proceso de captación sea el adecuado para que la calidad del agua almacenada sea la mejor posible, así también es necesario que desde el diseño y hasta el mantenimiento del sistema sea efectuado correctamente.



Dentro de la CONAGUA, se creó el Programa Nacional para Captación de Agua de Lluvia y Eco-tecnias en Zonas Rurales (PROCAPTAR). Que tiene como principal objetivo atender el problema del suministro de agua para uso humano y agrícola de las zonas más vulnerables del país; para poder ser beneficiario

de este programa se debe contar con una cantidad de lluvia mínima en la zona. Lo anterior es indispensable para un correcto funcionamiento del SCALL, según los lineamientos del programa [3].

La figura 1 muestra un sistema de captación de agua de lluvia convencional, captado directamente de la techumbre de la vivienda, colectado con canaletas de PVC hacia un tanque de almacenamiento exterior.

### ¿Cómo determinar la factibilidad de un SCALL?

1. Procedimiento para la determinación del consumo de agua.

i) Calcular la cantidad de ocupación permanente y temporal de la vivienda, según el INEGI, 2010. Para cada proyecto en específico se tendrá que utilizar la cantidad real de habitantes.



**Mauricio A. Espinosa Albores**  
Egresado de la licenciatura en Ingeniería Civil de la Universidad Autónoma de Chiapas y de la Maestría en Educación y Diversidad Cultural en la Universidad Pedagógica Nacional, Unidad 071. Miembro del colegio de ingenieros civiles del estado de Chiapas.  
[maea\\_zip@hotmail.com](mailto:maea_zip@hotmail.com)

ii) Calcular el consumo de agua para la vivienda siguiendo los siguientes parámetros: Según la Organización Mundial de la Salud el consumo de agua de la vivienda por habitante está entre 50 y 100 litros/habitante/día (l/hab/día).

iii) Restar la cantidad de agua pluvial anual que se podrá captar y al tamaño del tanque de captación que se utilizará. Para cálculos de captación pluvial se requiere analizar registros de precipitación de al menos 15 años, información que se encuentra disponible en la página [smn.conagua.gob.mx/es/](http://smn.conagua.gob.mx/es/) [2].

2. Determinación del volumen de captación factible para aprovechar en una vivienda

Para poder determinar si la instalación de un sistema de captación de agua de lluvia y escurrimientos pluviales es factible en una vivienda, se debe de realizar el siguiente análisis:

i) Recopilar la información pluviométrica de la zona de por lo menos 15 años anteriores. Con esta información, se obtiene la precipitación anual promedio, con la siguiente expresión:





Figura 1: Esquema de un sistema de captación de agua de lluvia [4].

**Tabla 1. Indicadores del INEGI 2010**

| Indicador                                                                                                                   | Unidad de medida    | Año  | Valor   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------|---------|
| Población total                                                                                                             | Miles de habitantes | 2010 | 112,337 |
| Densidad de población                                                                                                       | Habitantes/ $km^2$  | 2010 | 57      |
| Edad media                                                                                                                  | Años                | 2010 | 26      |
| Promedio de ocupantes por vivienda particular habitada.                                                                     | Ocupantes           | 2010 | 3.9     |
| INEGI. Censo de población y vivienda 2010. Cuestionario Básico                                                              |                     |      |         |
| Viviendas particulares habitadas propias INEGI. Censo de población y vivienda, 2010. Cuestionario Básico                    | Porcentaje          | 2010 | 76.4    |
| Viviendas particulares habitadas con disponibilidad de agua INEGI. Censo de población y vivienda, 2010. Cuestionario Básico | Porcentaje          | 2010 | 88.7    |

$$\bar{p} = \sum_{i=1}^n \frac{p_i}{n} \quad (1)$$

Donde:

$\bar{p}$ : precipitación promedio anual con distribución mensual, en mm.

$p_i$ : precipitación promedio anual con distribución mensual, en mm.

$n$ : número de años.

ii) Después de la obtención de las láminas de lluvia promedio, se obtiene el volumen anual promedio de captación ( $V_A$ ) con una distribución mensual; para esto se tiene que definir el área de influencia de las instalaciones de captación (área del techo de la vivienda). Este volumen se obtiene con la

siguiente expresión:

$$V_A = \frac{\bar{p} \cdot A \cdot k_c}{1000} \quad (2)$$

Donde:

$V_A$ : volumen promedio de captación anual con distribución mensual, en  $m^3$ .

$\bar{p}$ : precipitación promedio anual con distribución mensual, en mm.

$A$ : área de la proyección horizontal de las instalaciones de captación, en  $m^2$ .

$k_c$ : coeficiente de escurrimiento de acuerdo al material de las instalaciones de captación.



**Tabla 2. Coeficientes de escurrimiento por tipo de material**

| Material o tipo de construcción                                        | Kc   |
|------------------------------------------------------------------------|------|
| Cubiertas metálicas o plásticas (PVC, Polietileno)                     | 0.95 |
| Techos impermeabilizantes o cubiertos con materiales duros (ej. Tejas) | 0.9  |
| Concreto hidráulico                                                    | 0.9  |
| Lámina metálica corrugada                                              | 0.8  |

Una vez calculados los parámetros anteriores se tiene que obtener la demanda de agua anual con distribución mensual de la vivienda ( $D_A$ ), de acuerdo al uso asignado al recurso, y para ello se utiliza la siguiente expresión:

$$D_A = \frac{C_a \cdot O_v \cdot D_m}{1000} \quad (3)$$

Donde:

$D_A$ : demanda de agua mensual de la vivienda, en  $m^3$ /mes.

$C_a$ : consumo de agua, en l/hab/día.

$O_v$ : ocupación de la vivienda, hab/vivienda.

$D_m$ : días del mes, días.

iii) Obteniendo estos valores se calcula el funcionamiento del sistema de almacenamiento de agua de lluvia con:

$$Alm_n = Alm_{n-1} + V_A - D_A \quad (4)$$

Donde:

$Alm_n$ : volumen de almacenamiento mensual en el tanque, en  $m^3$ .

$Alm_{n-1}$ : volumen de almacenamiento en el tanque del mes anterior, en  $m^3$ .

$V_A$ : volumen de captación mensual, en  $m^3$ .

$D_A$ : demanda de agua mensual de la vivienda, en  $m^3$ .

iv) Del cálculo anterior se determina la cantidad de días al mes que satisfizo dicho funcionamiento, mediante la siguiente expresión:

$$F_s = \frac{Alm_n + V_A}{D_A} \quad (5)$$

Donde:

$F_s$ : factor que determina si satisface la demanda mensual.

Si  $F_s > 1$  satisface el total de días del mes.

Si  $F_s < 1$  no satisface el total de días del mes.

Para determinar la cantidad de días satisfechos mensualmente, se realiza el siguiente cálculo:

$$D_s = F_s \cdot D_m \quad (6)$$

Donde:

$D_s$ : días satisfechos de la demanda mensual.

$D_m$ : días del mes en cuestión.

v) De los cálculos anteriores se determinan los días satisfechos anualmente usando:

$$D_{sa} = \sum_{i=1}^1 2Ds_i \quad (7)$$

Al final se obtiene cuantos días satisface  $D_{sa}$ , la precipitación promedio anual  $\bar{p}$ .

Si todos los días del mes, de todos los meses del año se obtiene un valor satisfactorio ( $F_s > 1$ ), se considera que el sistema es **FACTIBLE** de construirse, con un determinado volumen del tanque de almacenamiento.

### Agua para todos, una realidad al alcance de nuestras manos

Los cálculos anteriores sirven para determinar la factibilidad para la instalación de un SCALL a nivel vivienda. Las variables determinantes son: el área de captación, la precipitación media anual del lugar, el número de habitantes por vivienda y por último el volumen de captación del tanque o cisterna, ya que mientras sea un mayor volumen, menor será el desperdicio en los meses lluviosos. Cabe resaltar que ese volumen aprovechado será de gran utilidad en los meses de sequía.

Las viviendas que deseen ser analizadas mediante la metodología para determinar la factibilidad de un SCALL, según los lineamientos de PROCAPTAR; deben cumplir con diversas características, pero el análisis que se hace en el presente escrito sirve poder ser utilizado bajo cualquier condición y su utilidad no se vea restringida a las especificaciones de este programa federal.

La captación de agua de lluvia debe considerarse como una posibilidad de contar con agua para uso humano al alcance de nuestras manos y que su aprovechamiento se reflejará de manera directa en una mejor calidad de vida a través del uso adecuado de la naturaleza.



## Referencias

- [1] Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). El agua, una responsabilidad compartida. Segundo informe de las Naciones Unidas Sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo (2006). Obtenido de: <http://www.economia.unam.mx/cecademex/DOCS/agua%20en%20el%20mundo.pdf>, visitado en 2020.
- [2] Comisión Nacional del Agua, Lineamientos Técnicos: Sistema de Captación de Agua de Lluvia con fines de Abasto de Agua Potable a nivel vivienda, (2016), obtenido de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/152776/LINEAMIENTOS\\_CAPTACION\\_PLUVIAL.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/152776/LINEAMIENTOS_CAPTACION_PLUVIAL.pdf), visitado en 2020.
- [3] Comisión Nacional del Agua. Programa Nacional para Captación de Agua de Lluvia y Ecotecnias en Zonas Rurales (PROCAPTAR), (2017), obtenido de: <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas>, visitado en 2020.
- [4] <https://wastecentral.wordpress.com/2016/07/03/recoleccion-de-agua-de-lluvia/>, visitado en 2020.
- [5] INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2010. Cuestionario básico.



CONOCE  
**LA NUEVA ERA**  
del **APRENDIZAJE**

Preescolar - Primaria - Secundaria - Bachillerato

**Alfred Binet**  
INSTITUTO INTERACTIVO

[alfredbinet.com](http://alfredbinet.com) [f](#) [@](#) [iiabpuebla](#)



## Estudio de la calidad del aceite de girasol por el método del prisma

Por Wilmer A. Gómez-Fierro y Emiro S. Arrieta-Jiménez

Los aceites de origen vegetal juegan un rol determinante para la dieta del ser humano. Por lo tanto, resulta indispensable poder evaluar la calidad de estos durante el proceso de cocción. En esta contribución, se representa un estudio experimental acerca de la calidad del aceite de girasol a partir de su índice de refracción.

### Problemática del aceite girasol

El estudio de la calidad de los aceites de uso doméstico ha sido indispensable para contrarrestar las enfermedades cardiovasculares, diabetes y algunos tipos de cáncer [2, 3]. Esto debido a que los aceites sufren cambios estructurales en el momento de cocción de los alimentos, en su mayoría durante el proceso de fritura, trayendo consigo alteraciones fisicoquímicas (oxidación del aceite) y perjuicios para la salud.

Por consiguiente, se ha priorizado el uso de ciertos tipos de aceites para los procesos de fritura, entre los que se encuentra el aceite de semillas de girasol, el cual, está compuesto en su mayoría por ácido oleico y ácido esteárico [1]. Dotándolo así de gran estabilidad durante los procesos de termoxidación (alteración química por la acción del calor), conservando sus características nutricionales [4, 5, 6].

Sin embargo, no se han encontrado referencias acerca de la variación de su calidad en relación con el índice de refracción, siendo esta propiedad una característica primordial para evaluar la pureza, calidad, y otras propiedades físicas [7]. Además, es un requisito técnico de calidad que deben cumplir las grasas y aceites en Colombia [8].

Por lo tanto, el propósito de este trabajo fue evaluar la calidad del aceite de girasol a partir de su índice de refracción después de varias frituras, debido a que este aceite genera una gran demanda y comercialización en el territorio colombiano.

### ¿Cómo evaluar la calidad del aceite?

En la presente investigación, se usó un diseño experimental mixto para evaluar la calidad del aceite de girasol. El sustrato utilizado para fritar fue la papa común (*Solanum tuberosum*), la cual fue cortada en bastones, procurando tener un tamaño uniforme entre ellos. Una vez el

Wilmer A. Gómez-Fierro

Estudiante de la Universidad Surcolombiana, del programa de Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología. Coordinador del semillero de Física Teórica y Aplicada.



Facultad de Educación, Universidad Surcolombiana, Grupo de Física Teórica. Huila-Colombia  
u2016146082@usco.edu.co

aceite adquirió una temperatura promedio de  $140^{\circ}\text{C}$  -  $200^{\circ}\text{C}$ , el sustrato fue sumergido, obteniendo así cinco lotes de 10 bastones de papas.

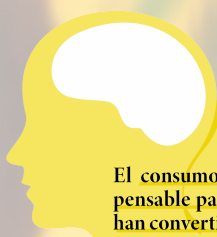
Una vez frito el lote de papa, se extrajo del recipiente 5 ml de aceite, el cual fue analizado. En total, se obtuvieron 6 muestras de aceite: 1 del aceite en su forma pura / no frita, y 5 de cada lote de rodajas de papa frita.

### Técnica para el índice de refracción

El índice de refracción hace referencia a la variación de la velocidad y dirección de un rayo de luz al atravesar un medio, en este caso el aceite girasol. Por lo tanto, para determinar el índice de refracción, se utilizó un prisma hueco, el cual, se llenó con las 6 muestras del aceite girasol frito y en estado puro. El prisma se colocó en un espectrómetro-goniómetro (Fig. 1). El espectrómetro-goniómetro funciona cuando se proyecta un rayo de luz blanca en la primera cara del prisma, de tal manera que se propaga en paralelo a la base, provocando así la desviación del haz rojo refractado. Este valor se insertó en la ecuación del prisma, la cual indica el índice de refracción de cada muestra de aceite.

### ¿Qué se obtuvo en esta investigación?

Los siguientes datos experimentales evidencian el índice de refracción promedio ( $\bar{n}$ ) del aceite girasol en estado puro, y el respectivo ángulo de desviación mínimo ( $\delta_{\min}$ ) en el espectro de la luz utilizada al dispersarse por el



### ¿Sabías qué...?

El consumo de aceites vegetales ha sido indispensable para los seres humanos, ya que estos se han convertido en un elemento primordial para la dieta. Uno de los componentes principales de estos aceites son los triésteres de ácidos grasos más el glicerol, a lo que se le denomina como "triglicéridos". Un aceite puede estar formado por un solo tipo de triglicérido, o por una mezcla de triglicéridos [1].



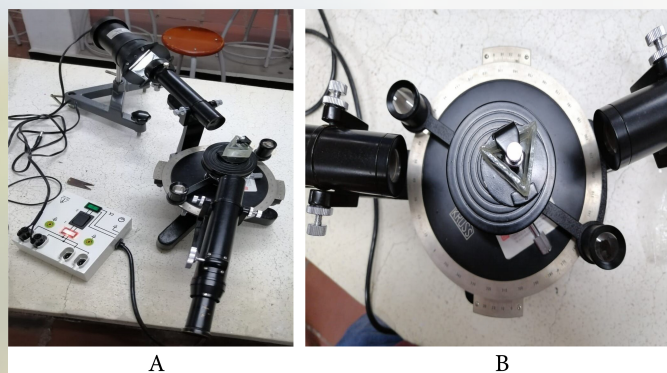


Figura 1. Montaje experimental del espectrómetro-goniómetro para la detección del índice de refracción de las muestras de aceite de girasol. A) Espectrómetro-goniómetro. B) Prisma equilátero.

prisma. De igual forma, la estimación del error cometido ( $dn$ ) en cada medida.

Tabla 1: Mediciones experimentales de índice de refracción del aceite de girasol con  $\phi = 60^\circ$ .

| Nº | min (°) | n       | n       | dn      |
|----|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 32.625  | 1.44624 | 1.44696 | 0.00017 |
| 2  | 33.745  | 1.44768 |         | 0.00017 |

En los resultados tabulados en la Tabla 1, se evidencia que el aceite de girasol evaluado tiene un índice de refracción considerablemente bajo, incluso, más bajo que lo estandarizado por la resolución 2154 de 2012 que legitima en Colombia. Sin embargo, al ser el índice de refracción un número adimensional que se relaciona con la propagación de la luz en el medio, es evidente establecer que este valor toma lugar debido a la transparencia de este aceite.

De igual forma, el valor del índice de refracción guarda una relación con el nivel de saturación de los enlaces químicos del aceite, estableciendo que el aumento del índice de refracción es proporcional a la longitud de las cadenas de hidrocarburos y el número de enlaces de las cadenas [9], por ende, a mayor índice de refracción hay una mayor cantidad de grasas insaturadas y una mayor densidad.

## Índice de refracción del aceite según el número de frituras

En los siguientes datos experimentales, mostrados en la Tabla 2, se indican el índice de refracción medio ( $\bar{n}$ ) y el error por central del aceite de girasol después de 5 frituras sucesivas de las papas con respecto a su valor hallado sin usar.

Tabla 2. Mediciones experimentales del aceite de girasol con  $\phi = 60^\circ$ .

| No. de Frituras | $n_1$   | $n_2$   | $\bar{n}$ | %Er  |
|-----------------|---------|---------|-----------|------|
| Fritura 1       | 1.44931 | 1.44840 | 1.44885   | 0.13 |
| Fritura 2       | 1.45502 | 1.44985 | 1.45243   | 0.37 |
| Fritura 3       | 1.45075 | 1.45111 | 1.45093   | 0.27 |
| Fritura 4       | 1.45471 | 1.45495 | 1.45483   | 0.54 |
| Fritura 5       | 1.45739 | 1.45619 | 1.45679   | 0.68 |

Los resultados obtenidos en la Tabla 2, evidencian que el aceite de girasol tiene una gran estabilidad térmica, debido a que el índice de refracción no varía en gran proporción, es decir, sus propiedades químicas se pueden conservar después de sucesivas frituras. Esto se debe al ácido oleico, el cual presenta una gran resistencia al calor y evita la formación de radicales libres.

Algunas investigaciones evidencian con claridad que un cambio considerable en el índice de refracción cuando aumenta el temperatura, se debe al incremento en el número de ácidos conjugados (transformación a ácidos saturados) ocasionado por el proceso de oxidación y rancidez del aceite [10, 11], lo cual no aplica para el aceite de girasol.

Los resultados del estudio experimental llevan a la conclusión de que el valor del índice de refracción asociado a la muestra del aceite de girasol en estado puro no evidencia una gran densidad, por lo tanto, su composición estaría basada en mayor proporción de ácidos insaturados (ácido oleico).

De igual forma, se evidencia que el índice de refracción no aumenta de forma significativa con la cantidad de veces que se usa el aceite para freír las papas (ver Tabla 2). Esta característica es muy importante, ya que, infiere que el aceite de girasol tiene una gran estabilidad a los procesos térmicos. Por lo tanto, no se convertiría en un factor de riesgos para ocasionar enfermedades cardiovasculares, diabetes o cáncer. Sin embargo, es recomendable no exceder la cantidad de frituras a una temperatura mayor de la utilizada en esta investigación.

## Referencias

- [1] S. Durán-Agüero, et al. "Aceites vegetales de uso frecuente en Sudamérica: características y propiedades". *Nutrición Hospitalaria*, 32.1 (2015), págs. 11-19. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.32.1.8874>
- [2] M. N. Ballesteros-Vásquez, et al. "Ácidos grasos trans: un análisis del efecto de su consumo en la salud humana, regulación del contenido en alimentos y alternativas para disminuirlos". *Nutrición Hospitalaria*, 27.1 (2012), págs. 54-64. <https://doi.org/10.3305/nh.2012.27.1.5420>
- [3] C. Brotons-Cuixart, et al. "Recomendaciones preventivas



- cardiovasculares. Actualización PAPPS 2018". *Atención primaria*, 50.1 (2018), págs. 4-28. [https://doi.org/10.1016/S0212-6567\(18\)30360-3](https://doi.org/10.1016/S0212-6567(18)30360-3)
- [4] R. M. Pozo-Díez, et al. "Intercambio lipídico durante la fritura de patatas prefritas congeladas en aceite de girasol alto oleico". *Grasas y Aceites*, 46.2 (1995), págs. 85-91.
- [5] H. Purdy. "Oxidative stability of high oleic sunflower and safflower oils". *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 62 (1985), págs. 523-525.
- [6] R. Yodice. "Nutritional and stability characteristic of high oleic sunflower seed oil". *Fat. Sci. Technol*, 92 (1990), págs. 121-126.
- [7] I. Karabulut, et al. "Determination of changes in some physical and chemical properties of soybean oil during hydrogenation". *Food Chemistry*, 81 (2003), págs. 453-456. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00397-7](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00397-7)
- [8] Ministerio de salud y protección social. Resolución 2154. República de Colombia. Diario Oficial No. 48.516. 8 de agosto de 2012
- [9] L. M. Paucar-Menacho, et al. "Estudio comparativo de las características físico-químicas del aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.), aceite de oliva (*Olea europaea*) y aceite crudo de pescado". *Scientia Agropecuaria*, 6.4 (2015), págs. 279 - 290. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2015.04.05>
- [10] M. M. Chakrabarty. *Chemistry and Technology Of Oils And Fats*. Allied Publishers Pvt. Ltd. 8ª ed. (2003) ISBN: 81-7764-495-5.
- [11] W.A. Gómez-Fierro y E.A. Arrieta-Jiménez. "Estudio de la calidad del aceite Rio de Oro por su índice de refracción asociado con varias frituras". *BISTUA*, 18.1 (2020), págs. 17-20.



**Cafecito con la Inge**  
DIVULGACIÓN CIENTÍFICA

**"ES UN HECHO QUE NO TODOS VAMOS A SER CIENTÍFICOS, PERO TODOS TENEMOS LA CAPACIDAD DE APLICAR CONCEPTOS CIENTÍFICOS EN NUESTRA VIDA"**

REC



## Los pastos marinos y sus propiedades farmacológicas

Por Michael Gómez Olivares, Tania Morales Santos, Hugo Sánchez Hernández.

Estudios realizados durante los últimos años han demostrado algunas propiedades bioquímicas de interés de los pastos marinos que podrían emplearse en la industria farmacológica. Por otra parte, sus extensas praderas generan una gran cantidad de nutrientes benéficos para los animales marinos, razón por la que se ha procurado preservar estos ecosistemas en las costas de Baja California y Quintana Roo.

### Generalidades, origen y características del pasto marino



Los pastos marinos son plantas con flores cuya historia evolutiva contempla una transición del medio terrestre al marino, estos, al igual que sus ancestros que habitan en la superficie,

crecen, florecen, son polinizadas y dispersan sus semillas, pero lo hacen con la diferencia de que los pastos marinos realizan todo su ciclo biológico completamente sumergidos en el agua (Pech-Puch et al. 2020).

Los pastos marinos se encuentran en las zonas costeras donde forman densas praderas subacuáticas que generan una alta productividad primaria y diversidad biológica, proporcionando así refugio y alimento para peces, tortugas e invertebrados y constituyen la base de la trama trófica para muchas especies de importancia comercial.

Si bien, la parte visible de las plantas son las hojas, cuentan con un vasto sistema de tallos que se extiende bajo el sedimento marino y los arraiga firmemente al sustrato, región donde se sustrae y almacena carbono atmosférico, propiedad que recientemente ha captado la atención de la comunidad científica (Pérez et al. 2019). Estas plantas reciben su nombre por su semejanza con los pastos terrestres, que también forman praderas (Martínez-Daranas, 2007).

En la actualidad, se reconocen 72 especies de pastos marinos que se encuentran distribuidas a lo largo de las costas del mundo (exceptuando los polos); de éstas, nueve se encuentran en México donde presentan mayor abundancia en Baja California y en la Península (Cervantes y Quintero 2016).

### Michael Andoni Gómez Olivares

Programa Educativo de Ingeniería en Biotecnología. Universidad Politécnica de Quintana Roo (UPQROO).  
[201700022@estudiantes.upqroo.edu.mx](mailto:201700022@estudiantes.upqroo.edu.mx)

### Tania Monserrat Morales Santos

Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México (FES-ZARAGOZA, UNAM).  
[tann\\_iunam@comunidad.unam.mx](mailto:tann_iunam@comunidad.unam.mx)

### Dr. Hugo Sánchez Hernández

Profesor-investigador del Programa Educativo de Ingeniería en Biotecnología. Universidad Politécnica de Quintana Roo (UPQROO).  
[hugo.sanchez@upqroo.edu.mx](mailto:hugo.sanchez@upqroo.edu.mx)

**Formación académica:** Biólogo Experimental por la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM); Maestro en Ciencias en Infectómica y Patogénesis Molecular por el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV). Doctor en Ciencias en Infectómica y Patogénesis Molecular por el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV).

#### Líneas de investigación científica:

Análisis del patrón de resistencia a antibióticos de microorganismos comensales y patógenos en el humano y en animales de interés biotecnológico. Evaluación del efecto antimicrobiano de *Sargassum fluitans* y de *Sargassum natans* del mar caribe mexicano. Evaluación del efecto antimicrobiano de *Syringodium filiforme* del mar caribe mexicano. Análisis de las propiedades farmacológicas de *Carica papaya*. Extracción de alginatos de *Sargassum* spp para la elaboración de bioproductos. Análisis de las bases biológicas de la conducta criminal e implementación de estrategias metodológicas para la investigación en criminalística.



## Los pastos marinos en el entorno ambiental y social

Los pastos marinos son cada vez más reconocidos como un recurso natural de gran importancia debido a la interacción que tienen con otros ecosistemas marinos y los beneficios que con ella genera para el ser humano.

Además, constituyen el ecosistema costero con mayor valor entre los fondos blandos por su contribución a la estabilidad y al desarrollo de los procesos biogeoquímicos que consisten en la circulación de los principales elementos biológicos y geológicos como lo son el agua, azufre, calcio, carbono, fósforo, nitrógeno y oxígeno que intervienen en un cambio químico desde el entorno de los sedimentos, así como en la formación y protección de la zona costera. Sin embargo, tanto plantas terrestres como marinas realizan la misma función de acuerdo con el medio en el que se desarrollan, por tanto, en



general plantas terrestres y marinas comparten propiedades semejantes ya que se determinan como organismos vegetales.

### Efectos farmacológicos de organismos vegetales

A lo largo del tiempo se han empleado numerosas especies de plantas en la elaboración de “remedios” para diversas enfermedades y un sin fin de padecimientos. Los tratamientos con la medicina natural y tradicional, a pesar de su denominación, son una variante del pensamiento y de actuación terapéutica que alberga diversas expresiones concretas, muchas de ellas provenientes de culturas ancestrales o relativamente antiguas, y otras más recientes o que no responden a tradición alguna que apelan a recursos enteramente naturales (Tumbaco, 2020). Investigaciones científicas previas han demostrado que las plantas contienen una gran cantidad de sustancias con efectos farmacológicos benéficos para el organismo (Batista et al. 2009).

### Aplicaciones y potencialidades del pasto marino

A pesar de existir pocos reportes de pastos marinos, se ha observado que poseen actividad antimicrobiana, antifúngica, larvicida, fotoprotectora y foto-reparadora (Ali, Ravikumar y Beula 2012). Sin embargo, pocos estudios se han enfocado al análisis farmacológico de *Syringodium filiforme* y en general, de los pastos marinos del mar caribe mexicano.

La especie *Syringodium filiforme* ha demostrado poseer propiedades de inhibición antifúngica, es decir, que impide el crecimiento de hongos filamentosos como del género *Aspergillus* lo que puede establecer alternativas terapéuticas y a su vez, un modelo de estudio, hasta cierto punto inocuo que proporcione una plataforma para el estudio de la inhibición del crecimiento fúngico ante la presencia de el extracto del pasto marino.

Por otra parte, otro pasto marino con alto potencial como

agente terapéutico es *Thalassia testudinum*, pues se ha observado que al aislar y “definición de elucidación estructural” algunos de los metabolitos secundarios presentes en él, presentan efectos antivirales (de la Torre et al. 2012). Generalmente las especies *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme* han demostrado poseer un alto contenido de polifenoles y una marcada actividad antioxidante. Un estudio realizado por Fagundo en el 2015, describe el efecto tópico de los extractos de estas plantas contra el daño agudo inducido por la radiación ultravioleta B (UVB).



Los pastos marinos, a diferencia de las algas, son recursos naturales formadores de praderas, que benefician animales marinos y ayudan a mantener el agua limpia, contribuyendo de esta manera el turismo de las zonas costeras donde se localizan. Además, gracias a sus propiedades estructurales, se han convertido en un importante factor de interés dentro de la comunidad científica ya que, al igual que las algas marinas, son organismos con potencial de ser una fuente importante de compuestos farmacológicos como antioxidantes, y así tener aplicaciones en la prevención y tratamiento de diversas enfermedades. La complejidad de los extractos de algas y pastos marinos que provienen del mar pueden ser de gran utilidad para poder aislar e identificar distintos tipos de compuestos y de esta manera fijar el rumbo de un estudio específico ya que poseen propiedades bioquímicas prometedoras que pueden ser de gran utilidad en la industria farmacológica y agropecuaria.

## Referencias

- [1] Ali, M. S., Ravikumar, S., Beula, J. M. (2012). Bioactivity of seagrass against the dengue fever mosquito *Aedes aegypti* larvae. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2 (7), 570–573. DOI
- [2] Batista, A. E., González, B., Charles, M. B., Mancini-Filho, J., Novoa, V. (2009). Las algas marinas como fuentes de fitofármacos antioxidantes. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 14(2), 1–1.
- [3] Cervantes, A., Quintero, E. (2016). La importancia de conservar las praderas de pastos marinos. *Biodiversitas*, 128 (October), 12–16. *Biodiversitas PDF*.
- [4] Fagundo, A., Rodríguez, M., González, K. L., Valdés, O., Hernández, Y., Concepción, Á. R., y Valdés, O. (2016). Actividad fotoprotectora y fotorreparadora de los extractos de las an-



- giospermas marinas, *Thalassia testudinum* Banks ex König (Hydrocharitaceae) y *Syringodium filiforme* Kützinger (Cymodoceaceae). *Revista Ciencias Marinas y Costeras*, 8 (1), 51–62. DOI.
- [5] de la Torre, E., Rodeiro, I., Méndez, R., y Pérez, D. (2012). *Thalassia testudinum*, una planta marina con potencialidades de uso terapéutico. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 17 (3), 288–296.
- [6] Martínez-Daranas, B. R. (2007). Características y estado de conservación de los pastos marinos en áreas de interés del archipiélago Sabana-Camagüey, Cuba. Universidad de la Habana.
- [7] Nava-Olvera, R., Mateo-Cid, L. E., Mendoza-González, A. C., y García-López, D. Y. (2017). Macroalgae, microalgae and cyanobacteria epiphytic of the seagrass *Thalassia testudinum* (tracheophyta: Alismatales) in Veracruz and Quintana Roo, Mexican Atlantic. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 52 (3), 429–439. DOI.
- [8] Pech-Puch, D., Pérez-Povedano, M., Lenis-Rojas, O. A., Rodríguez, J., Jiménez, C. (2020). Marine Natural Products from the Yucatan Peninsula. *Marine Drugs*, 18 (59), 1–24. <https://doi.org/10.3390/md18010059> DOI.
- [9] Pérez, I., Gallegos, M. E., Ressler, R. A., Valderrama, L. H., Hernández, G. (2019). Distribución espacial de los pastos marinos y la vegetación acuática sumergida en los Petenes, Campeche. *Terra Digitalis*, 3 (2), 1–11.
- [10] Tumbaco, J. L. (2020). Microlocalización de especies vegetales utilizadas en la medicina natural y tradicional por las familias en dos comunidades de la parroquia Julcuy Universidad Estatal del Sur de Manabí.



**LA SOCIEDAD CIENTÍFICA JUVENIL SEDE PUEBLA HA TRABAJADO DESDE 2017 CON UNIVERSIDADES E INSTITUCIONES DANDO TALLERES, CONFERENCIAS Y VARIOS EVENTOS MÁS.**

**SOMOS UNA ORGANIZACIÓN DEDICADA A LA DIVULGACIÓN CIENTÍFICA PRESENTES EN 25 SEDES POR TODA LA REPÚBLICA.**

¿Quieres saber más sobre nosotros? ¡Siguenos en nuestras redes sociales!

 @scj.mx

 Sociedad Científica Juvenil- Puebla

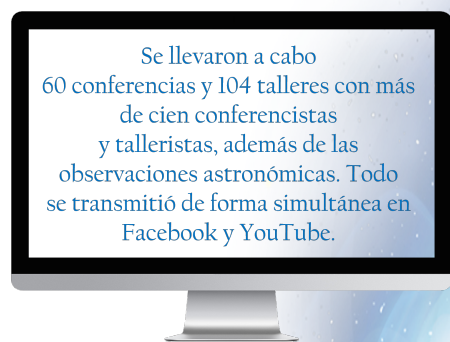




## Noche de las Estrellas (en pandemia)

Por Dr. Ulises Salazar Kuri

Desde el año 2009 y de forma ininterrumpida se ha llevado a cabo “La Noche de las Estrellas” (NdE) a lo largo y ancho del territorio nacional, siendo el evento de divulgación científica más importante del país. Desde luego el año 2020, un año lleno de incertidumbres por el inicio de la pandemia generada por el Covid-19, no iba a ser la excepción. Había una gran discusión en si llevar a cabo o no el evento, o quizás más bien cómo llevarlo a cabo.



Esta vez no se podrían instalar la gran variedad de telescopios ni los talleres que las diferentes instituciones año con año instalan para que el público formado por niños, jóvenes, adul-

tos y ancianos que, con religiosa parsimonia y orden los esperan para poder observar las estrellas, participar en las demostraciones, o escuchar interesantes charlas de las diferentes ramas de la ciencia y la tecnología. Había dudas, pero sólo una respuesta: ¡vamos adelante!

No se podía abdicar a un evento tan importante que mucha gente espera por motivos del impío virus. Sería contradictorio que la ciencia declarara la retirada en una de las batallas más importantes que libra la humanidad. Había que llevar a cabo el evento y en vez de que la gente fuera al evento, llevar el evento a la gente, todo gracias a la magia del internet. Los retos eran muchos, no es fácil programar miles de talleres, pláticas, demostraciones y observaciones en unas cuantas horas. Se puso en marcha el trabajo. Desde luego, la BUAP, pilar de la educación en Puebla y el país puso en marcha el trabajo con la organización, participando preparatorias, facultades e institutos de investigación como lo es el Instituto de Física “Ing. Luis Rivera Terrazas”. Además cabe mencionar la participación también de la Escuela Normal Federalizada del estado de Puebla como institución invitada, así como del grupo de exestudiantes de la BUAP que formaron la sede del municipio de Guadalupe Victoria que ese año festejaba 100 años de fundación y querían celebrar con ciencia, con la noche de las estrellas. Se llevaron a cabo 60 conferencias y 104 talleres con más de cien conferencistas y talleristas, además de las observaciones astronómicas. Todo se transmitió de for-

ma simultánea en Facebook y YouTube. En particular, el IFUAP participó con 3 Conferencias y 12 talleres llevados a cabo por profesores y estudiantes de los posgrados en ciencias de materiales abordando temas de materia granular, óptica, fluidos, cristalografía y desde luego química como el funcionamiento de un cromatógrafo o un medidor de pH casero.



De las 16 a las 23 h del 21 de noviembre del 2020 había miles de reproducciones de los videos. Al día de hoy hay muchas más, demostrando que la ayuda de las plataformas digitales nos permite llegar a más gente y transmitir el quehacer científico y tecnológico que diario a diario se propone, construye y desarrolla en nuestra universidad y que hay también una preocupación constante desde rectoría, vicerrectorías, direcciones, profesores y estudiantes, por dar a conocer a la comunidad en general y en un lenguaje accesible los conocimientos que la máxima casa de estudios poblana genera. Esto como parte del compromiso social que la universidad tiene hacia nuestra sociedad que tanto nos da.

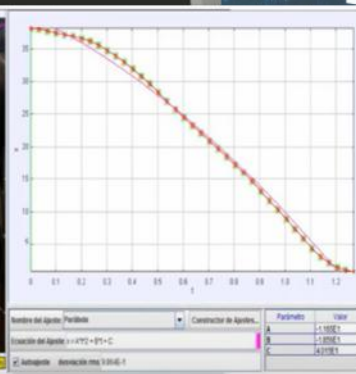
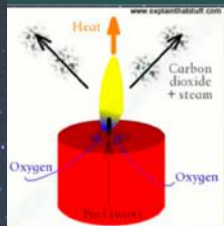
Fue un año difícil, siguen siendo momentos complicados, pero la BUAP sigue ahí, sigue de pie como institución orgullosa, heroica e indomable.

**Agradecimientos:** en la edición 2020 de la NdE participaron 2 investigadores y 13 estudiantes del IFUAP. Además del valioso apoyo otorgado por la dirección del instituto y del centro de cómputo. A todos un profundo agradecimiento (fotografías del evento NdE-2020 en la página siguiente).





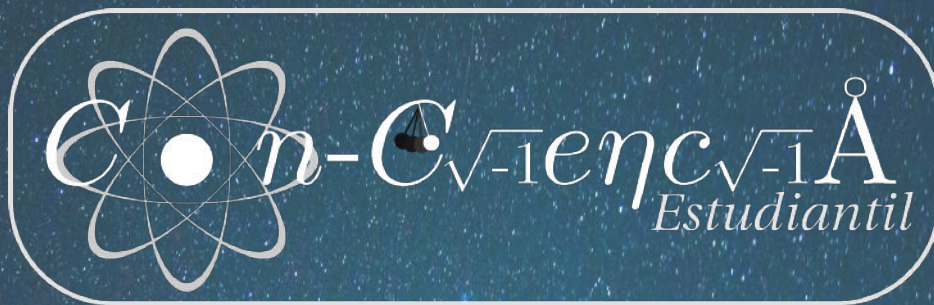
# Noche de Estrellas 2020



Instituto de Física - BUAP







**El comité editorial recibe tus propuestas:**

**Artículos de divulgación científica**

**Reseñas**

**Semblanzas**

**Ilustraciones**

**Fotonotas**

**Infografías**

**Crónicas científicas**

**[conciencia.buap@gmail.com](mailto:conciencia.buap@gmail.com)** 

