

# eek'



CONSEJO ZACATECANO DE  
CIENCIA, TECNOLOGÍA  
E INNOVACIÓN

REVISTA DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA DEL COZCYT

Volumen 10 Número 1 Diciembre 2022 - Enero 2023 Publicación Bimestral eek@cozcyt.gob.mx



Consulta la colección completa:



## Zacatecanos dentro de los **ganadores** del programa internacional de Huawei

*Artículos y Reportajes*

Residuos orgánicos con  
capacidad para limpiar el agua

Antioxidantes dietéticos:  
el camino hacia una mejor salud

**Bioelementos**



## Contenido

eek'

*Curiosos y Preguntones*

- 1 ▶ **¿Por qué el celular sabe dónde estamos?**  
Redacción Zigzag

*Flora y Fauna de Zacatecas*

- 2 ▶ **Peyote cimarrón · Alicante**  
Leidy Elizabeth Rodríguez Martínez

*Medio Ambiente y Sociedad*

- 3 ▶ **Residuos orgánicos con capacidad para limpiar el agua**  
Jennifer Ortiz Letechipia · Julián González Trinidad

*Artículos y Reportajes*

- 5 ▶ **Antioxidantes dietéticos: el camino hacia una mejor salud**  
Gabriel Alejandro Reveles Hernández · Evelia Martínez Cano

- 7 ▶ **El papel de la mujer en los inicios de la paleontología**  
Francisco Javier Jiménez Moreno · Daniel Hernández Ramírez

- 9 ▶ **Zacatecanos dentro de los ganadores del programa internacional de Huawei**  
Alejandra Isabel Medina Díaz

*Nuestra Ciencia*

- 11 ▶ **Dra. Irma Elizabeth González Curiel**  
Redacción COZCYT

*Artículos y Reportajes*

- 13 ▶ **El síndrome de ovario poliquístico: ¿un desorden hormonal o inmunológico?**  
Mariana Haydee García Hernández · Andrea Ortiz López

- 15 ▶ **Bioelementos**  
Leticia Lozada Rodríguez · Sara Muro Herrera

- 17 ▶ **Hodgkin y Huxley: a 70 años del inicio de la neurociencia moderna**  
Gerardo Jorge Félix Martínez · José Rafael Godínez Fernández

*Experimentando con Ciencia y Tecnología*

- 19 ▶ **Sistemas numéricos y los números mayas**  
José de Jesús Villa Hernández · Gerardo Miramontes de León



# Zacatecas

## GOBIERNO DEL ESTADO

### 2021-2027

## Directorio

**Gobernador del Estado de Zacatecas**  
David Monreal Ávila

**Director General del COZCYT**  
Hamurabi Gamboa Rosales

**Directora de Difusión y  
Divulgación de la Ciencia**  
Luis Miguel Zapata Alvarado

**Coordinador Editorial**  
José de Jesús Villa Hernández

**Comité editorial**  
Diana Arauz Mercado  
Efrén González Ramírez  
Gerardo Miramontes de León  
Manuel Hernández Calviño  
José Ismael de la Rosa Vargas  
María José Sánchez Usón  
Héctor René Vega Carrillo

**Supervisora editorial**  
Nidia Lizeth Mejía Zavala

**Diseño editorial**  
Juan Francisco Orozco Ortega

### Formato para colaboraciones

Lo invitamos a visitar nuestra página <https://cozcyt.gob.mx/divulgacion/revista-eek/> antes de finalizar cualquier artículo de divulgación científica que tenga la intención de enviar. Con mucho gusto consideraremos su contribución.

Revista eek' Volúmen 10, Número 1 Diciembre 2022 - Enero 2023 es una publicación bimestral editada por el Consejo Zacatecano de Ciencia, Tecnología e Innovación (COZCYT). Av. de la Juventud No. 504, Col. Barros Sierra, C.P. 98090, Zacatecas, Zac. México. Tel. (492) 921 2816, [www.cozcyt.gob.mx](http://www.cozcyt.gob.mx), [mx,eek@cozcyt.gob.mx](mailto:mx,eek@cozcyt.gob.mx). Editor responsable: Hamurabi Gamboa Rosales.

Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2021-120810465000-102, ISSN: 2954-3959, otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Responsable de la última actualización de este número: Consejo Zacatecano de Ciencia, Tecnología e Innovación (COZCYT), Dr. Hamurabi Gamboa Rosales, Av. de la Juventud No. 504, Col. Barros Sierra, C.P. 98090, fechas de última modificación, 11 de mayo de 2023.

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

Se autoriza la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes, siempre y cuando se cite la fuente y no sea con fines de lucro.

## Editorial

Para muchos de los que nos dedicamos profesionalmente a la ciencia y, también, a la gente en general que le interesa el avance de la misma, el presente año que concluye ha sido particularmente importante y muy emocionante. Después de ser lanzado el 25 de diciembre de 2021, a finales de enero de 2022 el telescopio espacial James Webb se posicionó en un punto en el que existe un equilibrio de la atracción gravitacional del Sol y la Tierra: El segundo punto lagrangiano L2. Entonces, el James Webb comenzó a prepararse para alinear los dieciocho segmentos de espejo que forman el instrumento de muy alta tecnología. El espejo segmentado de 6.5 metros de diámetro está protegido por una especie de parasol cuyo propósito principal es el de mantenerlo a temperaturas cercanas al cero absoluto, para poder formar imágenes del infrarrojo en el intervalo de 0.6 a 27 micrómetros de longitud de onda, lo que permite analizar objetos como nunca antes se ha podido realizar. A mediados de año, el James Webb comenzó a mostrarnos las sorprendentes primeras imágenes capturadas; entre ellas, la de la Nebulosa Carina, la de la Nebulosa del Anillo del Sur y la de un espectacular cúmulo de galaxias del Primer Campo Profundo de Webb, que contiene miles de galaxias observadas en el infrarrojo. De aquí en adelante, seguiremos expectantes de los maravillosos descubrimientos que el James Webb nos brinde.

En el presente número de eek', en la sección de Curiosos y Preguntas, explicaremos cómo es que podemos saber nuestra localización con un celular. En la sección de Flora y Fauna de Zacatecas les hablamos sobre el peyote cimarrón y sobre la víbora de alicante. En la sección de Medio Ambiente y Sociedad platicamos sobre cómo algunos tipos de residuos orgánicos pueden servir para limpiar el agua. En la sección de Artículos y Reportajes hablaremos sobre los antioxidantes dietéticos, sobre los trabajos de la mujer en la paleontología, sobre la participación de estudiantes zacatecanos en un evento internacional de Huawei, sobre el síndrome del ovario poliquístico, sobre los bioelementos y, finalmente, sobre el inicio de la neurociencia moderna. También, presentamos un reportaje sobre la Dra. Irma Elizabeth González Curiel y su trabajo de investigación referente a la Pandemia del COVID19 en nuestro Estado. Finalmente, en la sección Experimentando con Ciencia y Tecnología, analizamos algunos tipos de sistemas numéricos.

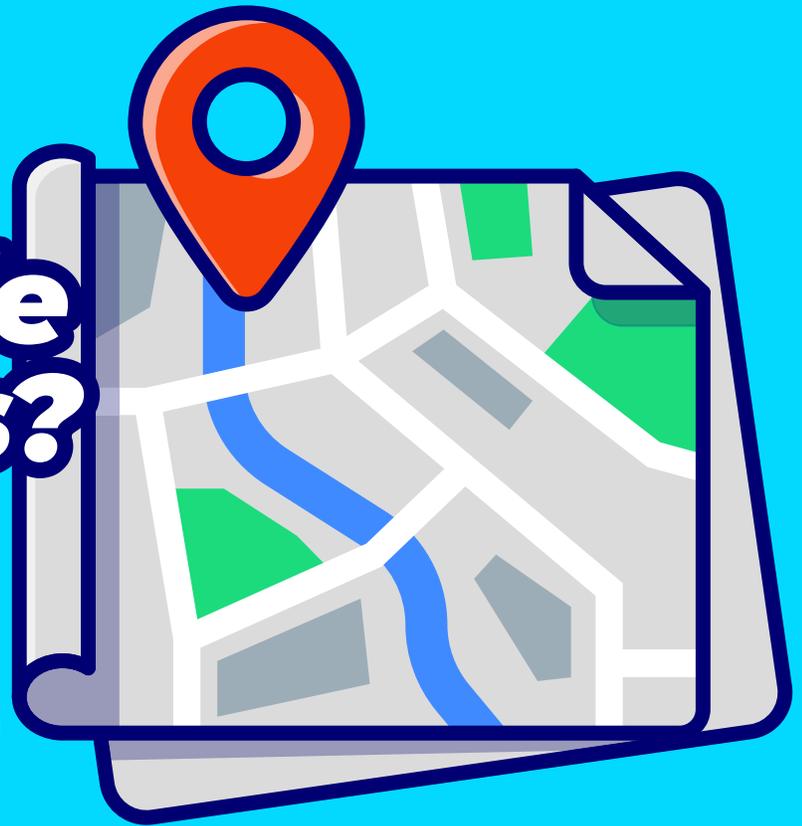


**Dr. en C. Hamurabi Gamboa Rosales**

Director General del Consejo Zacatecano de Ciencia, Tecnología e Innovación



# ¿Por qué el celular sabe dónde estamos?



**E**l celular sabe dónde estamos gracias a un componente electrónico llamado GPS, Global Positioning System, por sus siglas en inglés, que en español significaría, Sistema de Posicionamiento Global.

El Sistema de Posicionamiento Global comprende una constelación de satélites que orbitan la Tierra constantemente y le dan la vuelta cada 11 horas y 58 minutos, estos satélites emiten información de su tiempo y su posición.

Entonces, ¿cómo sabe el celular dónde estamos? Esto es a través de un proceso matemático llamado trilateración, sí, trilateración, no triangulación. Veamos cómo funciona dicho proceso.

Partamos del punto en el cual debemos saber que para poder determinar nuestra posición es necesario estar enlazado con al menos 4 satélites, estos satélites van a generar señales alrededor

de ellos en forma de esfera. Al recibir señal del primer satélite en nuestro celular, podemos determinar que nos encontramos en algún punto dentro de esta esfera. Si recibimos la señal del segundo satélite podemos establecer que nos encontramos en alguno de los dos puntos donde se intersectan ambas esferas. Si tomamos en cuenta la señal del tercer satélite determinamos que nos encontramos en algún punto de la intersección de las tres esferas. Por último, al recibir la señal del cuarto satélite, veremos que el único punto donde se intersectan las cuatro circunferencias es "este", por lo tanto, esa es nuestra posición global.

Cabe mencionar que el cuarto satélite hace una comparación entre los tiempos de envío-recepción de los datos, para poder determinar la posición en tiempo real.

Agradecemos a **Martha Mena**, Desarrolladora de aplicaciones móviles y sistemas web, por su colaboración para esta sección.



Alicante

**Familia:** Colubridae.

**Nombre científico:** *Pituophis deppei*.

**Nombre común:** Alicante.

**Estatus de conservación:** NOM-059-SEMARNAT-2010: Amenazada. Red List (IUCN): Estable.

**Descripción:** Se caracterizan por tener una coloración amarilla mostaza con manchas cuadrangulares negras en la amplitud del cuerpo. Su cola es café y las suturas de las escamas labiales presentan coloración negra. Poseen un vientre liso, con coloración blanca y crema. Pueden llegar a medir 1.6 metros de longitud. Aunque esta especie NO es peligrosa para los humanos actualmente se encuentra amenazada.

**Reproducción:** A principios de verano las hembras ponen sus huevos, en promedio 18, y en otoño se efectúa la incubación. La estación reproductiva va de julio a septiembre.

**Alimentación:** El principal alimento de esta especie son los roedores: ranas, crías de conejos, aves y lagartijas.

**Distribución:** Se distribuye en los estados de Aguascalientes, Chihuahua, Coahuila, Distrito Federal, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Querétaro, Veracruz y Zacatecas.

**Hábitat:** Se localizan en ambientes templados como los bosques de encino y de pino-encino, así como en ambientes áridos como el matorral xerófilo y chaparral. En Zacatecas es común encontrarlos debajo de rocas y en madrigueras.

**Comportamiento:** Cuando se sienten amenazados bufan, exhalando aire ruidosamente por la epiglotis, zumban la cola, arquean el cuello en una típica posición en S y se lanzan tirando fuertes mordidas.

**Referencias**

· Hammerson, G.A., Vázquez Díaz, J., Quintero Díaz, G.E. & Flores-Villela, O. (2007). *Pituophis deppei*. The IUCN Red List of Threatened Species 2007: eT63870A12723360. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2007.RLTS.T63870A12723360.en>.  
· Naturalista, (s.f.). Alicante (*Pituophis deppei*). Recuperado el 29 de julio del 2021 de <https://www.naturalista.mx/taxa/29038-Pituophis-deppei>  
· Ramírez Bautista, A. y Hernández Ibarra, X., (2004). Ficha técnica de *Pituophis deppei*. En: Arizmendi, M. C. (compilador). Sistemática e historia natural de algunos anfibios y reptiles de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Unidad de Biología, Tecnología y Prototipos (UBIPRO), Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. México, D.F.

**Fotografía**

Foto 5500997, (c) ric\_ramirez, algunos derechos reservados (CC BY-NC) <https://www.naturalista.mx/photos/5500997>



# Peyote cimarrón

**Familia:** Cactaceae.

**Nombre científico:** *Ariocarpus retusus*.

**Nombre común:** Peyote cimarrón o Chautle.

**Estatus de conservación:** NOM-059-SEMARNAT-2010: Sujeta a protección especial. Red List (IUCN): Estable.

**Descripción:** Son cactus globosos, solitarios, de color verdigrisáceo que con la edad pueden producir pequeños retoños. Llegan a medir 25 cm de altura y 30 cm de diámetro. Se encuentran proyectados sobre el nivel de la tierra, erectos, apiñados en la base y aplanados en el medio. Sus grandes tubérculos son divergentes triangulares, presentan areolas lanosas en sus extremos que pueden tener minúsculas espinas. Poseen una raíz gruesa napiforme. Florecen a los ocho años aproximadamente, por lo general al iniciar el otoño, sus flores son color amarillo claro o blanco y en ocasiones suelen tener bandas rojas en el medio de 3-5 cm de diámetro. Su fruto mide 2.5 cm.

**Distribución y hábitat:** Es una planta nativa de México distribuida en los estados de: Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí y Zacatecas. Habita en lugares secos, semiáridos, sol parcial, de poco riego y buen drenaje. Preferentemente con temperatura mínima de 10 °C, aunque llega a resistir heladas de hasta -2°C.

**Uso:** Los Huicholes los usan en ceremonias religiosas, ya que contiene diversos alcaloides psicoactivos.

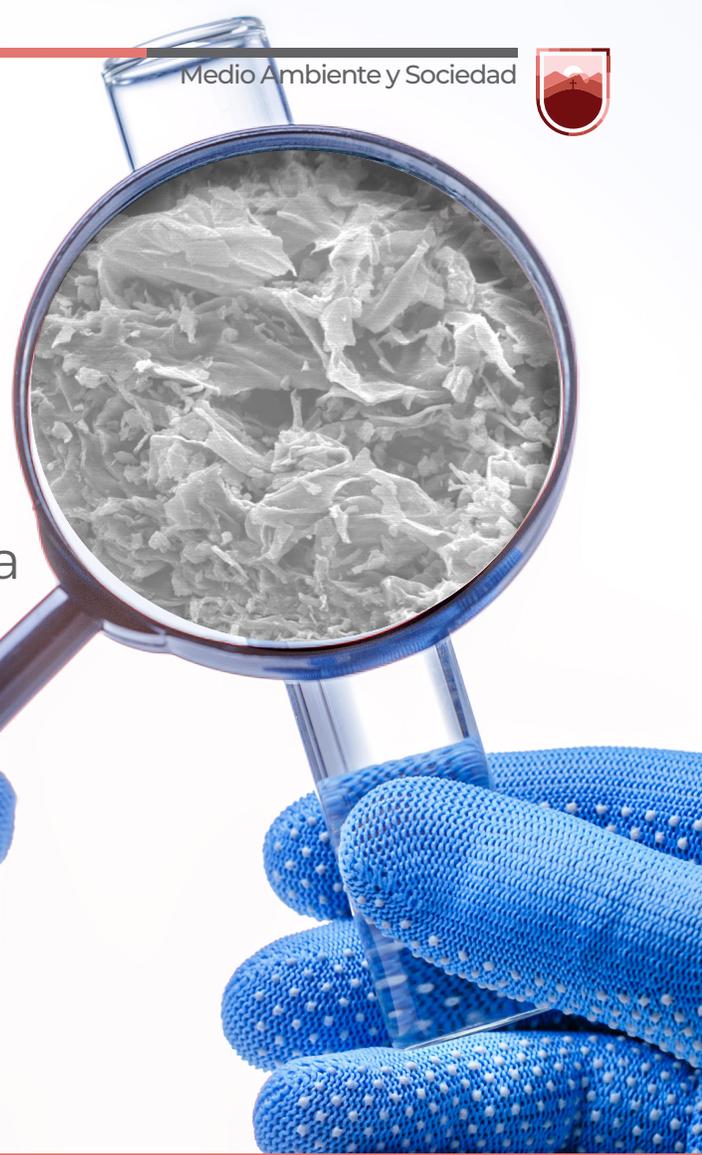
**Referencias**

· Consultaplantas, (s.f.). Cuidados de la planta *Ariocarpus retusus* o Chautle. Recuperado el 30 de julio del 2021 de [consultaplantas.com/index.php/es/plantas-por-nombre/plantas-de-la-a-la-c/1468-cuidados-de-la-planta-ariocarpus-retusus-o-chautle](https://consultaplantas.com/index.php/es/plantas-por-nombre/plantas-de-la-a-la-c/1468-cuidados-de-la-planta-ariocarpus-retusus-o-chautle)  
· Cibercactus, (s.f.). Ficha del *Ariocarpus retusus*. Recuperado el 30 de julio del 2021 de <https://cibercactus.com/ariocarpus-retusus/>  
· inaturalist, (s.f.). Chautle - *Ariocarpus retusus*. Colombia inaturalista. Recuperado el 30 de julio del 2021 de <https://colombia.inaturalist.org/taxa/189455-Ariocarpus-retusus>  
· Naturalista (s.f.). Chautle - *Ariocarpus retusus*. Recuperado el 30 de julio del 2021 de <https://www.naturalista.mx/taxa/189455-Ariocarpus-retusus>  
· Fitz Maurice, B & Fitz Maurice, V.A., (2017). *Ariocarpus retusus* (amended version of 2013 assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2017: eT152733A121364672. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017.3.RLTS.T152733A121364672.en>. Downloaded on 30 June 2021.



# Residuos orgánicos

con capacidad para limpiar el agua



**Jennifer Ortíz Letechipia**  
jenniolt@uaz.edu.mx

Adscripción: Doctorado en Ciencias de la Ingeniería, Laboratorio de hidrogeoquímica, Universidad Autónoma de Zacatecas.  
LGACs que trabaja: Hidrogeoquímica del agua subterránea, Arsénico en agua subterránea, Biosorbentes.  
Proyecto principal: Remoción de arsénico con biosorbentes.

**Julián González Trinidad**  
jgonza@uaz.edu.mx

Adscripción: Doctorado en Ciencias de la Ingeniería, Laboratorio de hidrogeoquímica, Universidad Autónoma de Zacatecas.  
Proyecto principal: Sistemas de flujo del agua subterránea.

**E**l agua es uno de los recursos naturales más preciados en la Tierra, no sólo para los seres humanos, sino también para la mayoría de los seres vivos que la requieren para subsistir. Es tal su relevancia que se le ha llegado a denominar el oro azul.

Nuestro planeta está cubierto en su superficie, aproximadamente, por un 70 % de este compuesto; de toda esta cantidad, sólo una mínima porción es de agua dulce. Este tipo de agua es primordial, ya que es la única que podemos consumir, debido a que el agua de mar contiene una gran cantidad de sales que en nuestro cuerpo causarían deshidratación. Se puede obtener el agua dulce de diversos lugares naturales, como: ríos, lagos, lagunas, manantiales, arroyos, la lluvia e incluso el derretimiento del hielo de los glaciares. Sin embargo,

hay una fuente mayor de agua situada debajo de la tierra, almacenada en acuíferos: la denominada agua subterránea. Ésta es un recurso indispensable; regularmente tiene buena calidad y no posee microorganismos, lo que la hace óptima para su consumo tras ser extraída por medio de la perforación de pozos.

Para las regiones áridas y semiáridas, como el estado de Zacatecas, el agua subterránea se convierte en el principal suministro de agua potable. El problema surge cuando el agua extraída no posee la calidad necesaria, disminuida por elementos químicos, tóxicos para el organismo.

Estamos acostumbrados a considerar los contaminantes como sustancias que por la acción del hombre llegan a los recursos naturales dañándolos o provo-

cando efectos nocivos para la salud. Pero, además de estos, se encuentran los que tienen un origen natural llamados geogénicos. Este nombre se deriva de su procedencia de fuentes geológicas, siendo compuestos inherentes de la naturaleza. Se liberan al medio acuático a través de la interacción de las rocas de los acuíferos con el agua subterránea, modificando su constitución química y, por ende, reduciendo la calidad de ésta.

A lo largo de la historia, los investigadores se han preocupado por controlar los contaminantes presentes en el agua potable, ya que afectan a la salud; además, el hecho de que estos no puedan ser vistos ni saboreados hace que su eliminación sea más complicada.

Muchos métodos para remover estos contaminantes han sido desarrollados en las últimas dé-



cadras; la mayoría de estos son sumamente efectivos, aunque todos poseen ventajas y desventajas específicas. No existe aún un método ideal, mágico o maravilloso, que pueda ser usado para distintos elementos, en cualquier lugar y con características superiores a todos los demás.

Por esta razón, los científicos no han dejado de trabajar estudiando posibles técnicas de remediación que permitan encontrar la tecnología adecuada para resolver este problema tan preocupante. Uno de los métodos más innovadores, y con un gran potencial, es el uso de los biosorbentes. Estos son materiales producidos a partir de residuos orgánicos provenientes de distintos productos de la naturaleza, tales como: cáscaras (coco, naranja, sandía, limón, huevo, mango, plátano, cacahuate, maíz, ciruela, arroz, piña, trigo, etc.), restos de plantas, desechos de té, partes de crustáceos y de otros animales (escamas de pez y plumas de aves) [1].

Se ha comprobado que este tipo de materiales son capaces de remover distintos elementos tóxicos presentes en el agua, como: el plomo, arsénico, mercurio, cadmio, flúor, hierro, europio, níquel, zinc, etc. [2]. Estos metales pesados pueden ocasionar daños severos a la salud, causando enfermedades a los habitantes del territorio que consumen agua con concentraciones elevadas de cualquiera de los elementos mencionados anteriormente, incluso si se ingiere en pequeñas cantidades por un periodo prolongado de tiempo.

Los biosorbentes tienen la capacidad de eliminar estos componentes, debido a que en su estructura química poseen muchos grupos funcionales químicos orgánicos, además de una gran porosidad en su superficie, que permiten atrapar por medio de diferentes mecanismos a los elementos deseados en su área de contacto. Algunos de estos procesos por los cuales se unen a las sustancias, son la adsorción de superficie, difusión, intercambio iónico y precipitación.

Se ha demostrado que estos materiales poseen diversas ventajas, por ejemplo: son muy efectivos en la remoción, son baratos, fáciles de conseguir, no ocupan energía eléctrica, no producen otros compuestos dañinos al ser aplicados, y -una de las más importantes- son amigables con el medio ambiente, ya que son residuos o basura que generalmente no se volverían a utilizar.

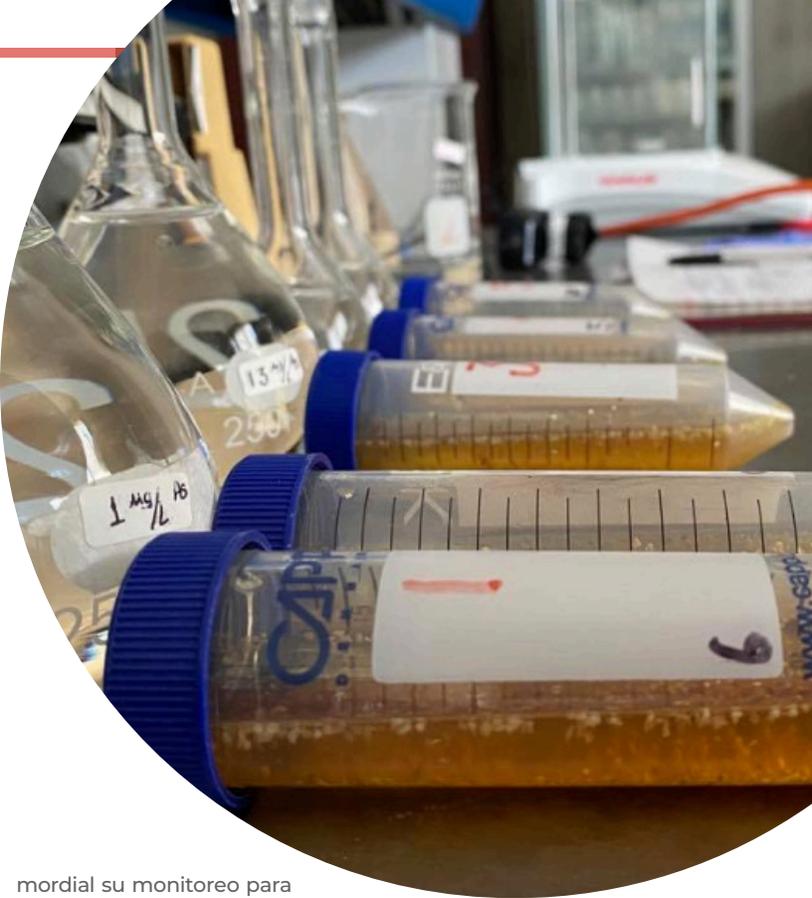
Sin embargo, como cualquier otro método de remediación, también presentan desventajas, ya que, al ser materiales orgánicos, son susceptibles a albergar microorganismos, por lo que es necesario aplicar tratamientos que solucionen este problema; así mismo, pueden contener pigmentos que afecten la calidad del agua al tratarla; además, por las diferentes características y especies existentes de los recursos orgánicos sus propiedades pueden variar respecto a la región.

Aún es necesario realizar más investigaciones sobre los biosorbentes. A lo largo del mundo, muchos científicos se han dado a la tarea de analizarlos con mayor detenimiento, para lograr aplicarlos a gran escala y aprovechar esta forma de limpiar el agua que consumimos.

Recientemente, el grupo H<sub>2</sub>O Lerma [3], se ha hecho viral con su recolección de cáscaras de huevo para salvar el río Lerma. Un grupo de investigadores de la UAZ también está estudiando estos materiales, especialmente para controlar el arsénico del agua potable.

Las concentraciones elevadas de arsénico son un problema relevante para la salud pública en el estado de Zacatecas [4, 5, 6], ya que se encuentran zonas problemáticas relacionadas con este elemento en los principales acuíferos de donde se extrae el agua potable.

El arsénico está presente en rocas del subsuelo, y se va liberando al tener contacto con el agua; no es estático, está en constante movimiento, por lo que es pri-



mordial su monitoreo para localizarlo y así aplicar alternativas tecnológicas que puedan eliminarlo.

¿Se imaginan que la basura orgánica pueda ser capaz de limpiar el agua? Suena descabellado, pero, aunque parezca imposible de creer, estamos cerca de conseguirlo.

Se han obtenido resultados esperanzadores con todas estas investigaciones, que demuestran que los biosorbentes pueden eliminar contaminantes con porcentajes de remoción superiores al 90 % y capacidades de adsorción excelentes. Esto los convierte en materiales con un potencial extraordinario de ventajas increíbles.

Aún falta mucho trabajo por hacer. Ahora que ya está el material adecuado, sólo se requiere del diseño tecnológico para cumplir el objetivo de lograr implementar el uso de los biosorbentes en todas las comunidades del Estado.

#### Referencias

- [1] Shakoor, M. B., Niaz, N. K., Bibi, I., Shahid, M., Saqib, Z. A., Nawaz, M. F., & Rinkebe, J. (2019). Exploring the arsenic removal potential of various biosorbents from water. *Environment International*, 123, 567-579. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.12.049>
- [2] Kyzas, G. Z., & Matis, K. A. (2015). Nanoadsorbents for pollutants removal: a review. *Journal of Molecular Liquids*, 203, 159-168. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2015.01.004>
- [3] H2O Lerma (@h2o\_lerma) · Instagram photos and videos (n.d.). Retrieved May 19, 2022, from [https://www.instagram.com/h2o\\_lerma/?utm\\_source=ig\\_embed&ig\\_id=82088006-9ca0-4d71-90e6-3b3d91c651dc](https://www.instagram.com/h2o_lerma/?utm_source=ig_embed&ig_id=82088006-9ca0-4d71-90e6-3b3d91c651dc)
- [4] Alarcón-Herrera, M. T., Martín-Alarcón, D. A., Gutiérrez, M., Reynoso-Cuevas, L., Martín-Domínguez, A., Olmos-Márquez, M. A., & Bundschuh, J. (2020). Co-occurrence, possible origin, and health-risk assessment of arsenic and fluoride in drinking water sources in Mexico: Geographical data visualization. *Science of the Total Environment*, 698, 134168. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134168>
- [5] Ortiz-Letechipia, J., González-Trinidad, J., Júnez-Ferreira, H. E., Bautista-Capetillo, C., Robles-Rovelo, C. O., Contreras Rodríguez, A. R., & Dávila-Hernández, S. (2022). Aqueous Arsenic Speciation with Hydrogeochemical Modeling and Correlation with Fluorine in Groundwater in a Semiarid Region of Mexico. *Water*, 14(4), 519. <https://doi.org/10.3390/W14040519>
- [6] Ortiz-Letechipia, J., González-Trinidad, J., Júnez-Ferreira, H. E., Bautista-Capetillo, C., & Dávila-Hernández, S. (2021). Evaluation of groundwater quality for human consumption and irrigation in relation to arsenic concentration in flow systems in a semi-arid Mexican region. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(15), 8045. <https://doi.org/10.3390/ijerph18158045>



**Gabriel Alejandro Reveles Hernández**  
gal.reveles@gmail.com

Adscripción: Universidad de Guadalajara  
LGACs: Identificación fitoquímica y caracterización de compuestos con actividad biológica en especies que presentan propiedades antioxidantes, ansiolíticas y reguladoras de sueño. Bioinorgánica, biomateriales, bioquímica, genética y biología molecular con aplicación en los productos naturales y en la salud.

Proyecto principal: Separación y caracterización preliminar de metabolitos secundarios, y evaluación in vitro y ex vivo de la capacidad antioxidante del fruto de *Rhus schmideloides* Schltld.

**Evelia Martínez Cano**  
evecano@gmail.com

Adscripción: Universidad de Guadalajara  
LGACs: Identificación fitoquímica y caracterización de compuestos con actividad biológica en especies que presentan propiedades antioxidantes, ansiolíticas y reguladoras de sueño. Bioinorgánica, biomateriales, bioquímica, genética y biología molecular con aplicación en los productos naturales y en la salud.

Proyecto principal: Separación y caracterización preliminar de metabolitos secundarios, y evaluación in vitro y ex vivo de la capacidad antioxidante del fruto de *Rhus schmideloides* Schltld.

# Antioxidantes dietéticos:

el camino hacia una mejor salud



En la actualidad, las investigaciones relacionadas con los antioxidantes dietéticos han atraído la atención en todo el mundo debido a las propiedades benéficas que aportan a la salud. En México, el consumo de alimentos ricos en antioxidantes ha ganado cierta popularidad, y más aún por la gran diversidad de frutas, verduras y otros alimentos con alto contenido de antioxidantes que existen en el país y por la facilidad de obtenerlos.

Quizá te has preguntado ¿qué son los antioxidantes dietéticos y cuál es su función?

Los antioxidantes dietéticos son un grupo de compuestos que forman parte de los alimentos de consumo cotidiano, que tienen la capacidad de retrasar o inhibir el daño celular causado por las especies reactivas de oxígeno (ERO) [1]. Las ERO se producen de forma natural en el organismo como parte del metabolismo celular. En condiciones fisiológicas normales, las células están equipadas con sistemas antioxidantes de defensa que le permiten mantener las ERO en bajas concentraciones y así evitar el daño oxidativo. Sin embargo, el desbalance entre la generación de ERO y el sistema de defensa antioxidante del organismo humano genera estrés oxidativo (EO) en humanos [2]. Pero ¿por qué se genera este desequilibrio? Existen diversos factores externos que contribuyen al incremento de la producción de ERO en nuestro cuerpo; por ejemplo, la exposición a radiaciones UV y ionizantes, el fumar, el abuso de sustancias tóxicas, la contaminación ambiental, infecciones víricas y bacterianas, la ingesta de algunos fármacos, el estrés de la vida cotidiana, alteraciones del sueño, entre otros.

Las ERO son moléculas muy reactivas debido a que tienen un electrón libre; entre ellas se encuentran los radicales libres (RL) derivados de oxígeno, como el anión superóxido ( $O_2^-$ ), el radical hidroxilo ( $HO\cdot$ ), peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ), entre otros. De acuerdo con lo anterior, es importante mencionar que este tipo de RL causa un efecto dañino a las células al modificar la

estructura y función del ADN, proteínas, lípidos y carbohidratos. Por esta razón, el EO derivado de las altas concentraciones de RL se correlaciona con diversos procesos biológicos como el envejecimiento y la inflamación, así como con el desarrollo de diversas enfermedades como la diabetes, cáncer, hipertensión, Alzheimer, Parkinson, esclerosis múltiples, por mencionar sólo algunas [3].

Pero ¿qué relación existe entre los antioxidantes y los RL? Los antioxidantes dietéticos tienen la capacidad de retrasar o inhibir el daño ocasionado por los RL a la célula. Dicha acción es posible gracias a que los antioxidantes ceden un electrón al RL, lo cual provoca que este se oxide y sea transformado en un compuesto no tóxico para la célula (Figura 1).



Figura 1. Interacción entre un antioxidante y un radical libre

Los antioxidantes se pueden obtener de forma endógena (nuestro cuerpo los produce) y de forma exógena (por la dieta o suplementos alimenticios). Dentro del grupo de los antioxidantes exógenos están las vitaminas E, C y A, los compuestos fenólicos, entre otros [4, 1]. En numerosos estudios se ha demostrado el efecto positivo que tienen los antioxidantes dietéticos en la salud humana, a través de la ingesta de frutas, verduras, hierbas, cereales, especias, té, cacao, frutos secos, aceite de oliva, mariscos, entre otros. Entre los alimentos ricos en vitamina E está el brócoli, las espinacas, las semillas de girasol y maíz; con vitamina C está el limón, la naranja, el tomate; y con la vitamina A está la zanahoria, el hígado, las acelgas, el tomate, el atún, entre otros. Respecto a los compuestos fenólicos cabe señalar que son el grupo de antioxidantes más grande en las especies vegetales [5]. A la fecha, se conocen más de ocho mil compuestos fenólicos pertenecientes a diferentes sub-

clases, entre los que destacan los flavonoides (manzana, naranja, limón, toronja, tuna, nopal), flavonas (cereza, fresas, brócoli, cebolla, ajo, espinacas), polifenoles (café, cacao, frutos secos), taninos (vino tinto), antocianinas (fresas, frambuesas, moras, arándanos, cerezas, frijol), isoflavonas (soya, garbanzo, nuez), quinonas (kiwi, papaya, perejil), betacianinas (betabel, pitaya), lignanos (semillas de calabaza, girasol, sésamo, salvado, ajonjolí), catequinas (té verde y negro) [6].

La presencia de antioxidantes en los alimentos es importante, no solo por las características organolépticas que poseen, sino porque al ser ingeridos ayudan a preservar la salud de las personas que los consumen. Por ello, es importante aumentar la ingesta diaria de alimentos ricos en antioxidantes, para así prevenir el riesgo de padecer enfermedades crónicas tales como el cáncer, diabetes, artritis reumatoide, algunos tipos de anemia, enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas, entre otras [7, 3]. Además, los antioxidantes potencian el sistema inmunológico, esto explica por qué actualmente la comunidad médica y científica en el mundo recomienda la ingesta de antioxidantes dietéticos para también prevenir de enfermedades virales, como la influenza y el Covid-19.

#### Referencias

- [1] Gomes, F., Romero, F., Barros, M., Alegria, T., Demasi, M., & Netto, L. (octubre de 2017). Proteolytic cleavage by the inner membrane peptidase (IMP) complex or Ocl1 peptidase controls the localization of the yeast peroxiredoxin Pxx1 to distinct mitochondrial compartments. *Journal of Biological Chemistry*, 292(4).
- [2] Carvajal, C. (marzo de 2019). Especies reactivas de oxígeno: formación, función y estrés oxidativo. *Medicina Legal de Costa Rica*, 36(1).
- [3] Zewen, L., Zhangpin, R., Jun, Z., Chia Chen, C., Eswar, K., Tingyang, Z., & Li, Z. (mayo de 2018). Role of ROS and Nutritional Antioxidants in Human Diseases. *Frontiers in Physiology*, 9(477).
- [4] Da Costa, L., Badawi, A., & El-Soherly, A. (2002). Nutrigenetics and Modulation of Oxidative Stress. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 60 (supplement), 27-36.
- [5] Mesa, A. d., & Martínez, M. M. (2016). Principios activos de las drogas vegetales. Metabolitos secundarios. Propiedades. En E. Castillo García, & I. Martínez Solís, *Manual de Fitoterapia* (págs. 83-91). Barcelona: Elsevier.
- [6] Tsao, R. (Diciembre de 2010). Chemistry and Biochemistry of Dietary Polyphenols. *Nutrients*, 2, 1231-1246.
- [7] Charles Rodríguez, A., Rivera Solís, L., Martins, J., Genisheva, Z., Robledo Olivo, A., González Morales, S., ... Flores López, M. (26 de marzo de 2020). Edible Films Based on Black Chia (Salvia hispanica L.) Seed Mucilage Containing Rhus microphylla Fruit Phenolic Extract. *coatings*, 10(4).



# El papel de la mujer

en los inicios de la paleontología

*El cazador de fósiles, no mata, resucita y el resultado de este deporte, se añade a la suma de los placeres humanos y a los tesoros del conocimiento de la humanidad.*

*George Gaylord Simpson (1902-1984)*



**Francisco Javier Jiménez Moreno**  
pacosaurus1@gmail.com

Adscripción: Posgrado en Maestría en Ciencias Ambientales en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla.  
LGACs que trabaja: Ornitología, Paleontología y divulgación científica.  
Proyecto principal: Actualización del listado de ornitofauna del estado de Puebla y Actualización de la megafauna de Puebla.

**Daniel Hernández Ramírez**  
biodaniel1975@gmail.com

Adscripción: Instituto Regional del Patrimonio Mundial en Zacatecas.  
LGACs que trabaja: Patrimonio Mundial Natural y Mixto en América Central y el Caribe, Biodiversidad y Biculturalidad en Zacatecas y Desarrollo Sostenible.  
Proyecto principal: Sitios Patrimonio Mundial Natural y Mixto en México, América Central y el Caribe.

Las mujeres han tenido un destacado pero discreto papel en el desarrollo de la paleontología inglesa de los siglos XVIII y XIX. Sin duda fueron inteligentes, observadoras y recatadas quienes demostraron sus habilidades artísticas en diversos artículos; eso sí, siempre a la sombra de sus esposos. Como se ha venido estudiando en las últimas décadas, fueron mujeres atrapadas en un mundo dominado por hombres, carentes de voz y voto ante la sociedad. Aún con esto en contra, contribuyeron directamente al estudio y divulgación del conocimiento en la paleontología de dinosaurios.

Uno de los casos más representativos en los albores de la *dinosaurología* es, sin duda, el de Mary Ann Woodhouse Mantell (1799-1855) quien, en 1816 se casó con el médico, naturalista y geólogo inglés Gideon Mantell (1790-1852). Vivieron al sur de Inglaterra, en el condado de Sussex. A ambos, se les atribuye una de las más románticas historias de la ciencia. La historia tiene relación con el descubrimiento de un diente de Iguanodon —el primer dinosaurio identificado—. Mientras el esposo visitaba y atendía a un paciente, la señora

se quedó en el carruaje y, con un enorme sentido de observación, revisó las rocas de a un lado del camino cuando sorprendentemente encontró un objeto pardo que llamó su atención. Al recogerlo y revisarlo resultó ser un diente. Su esposo, intrigado, lo llevó a la Sociedad Geológica de Londres. Se trató de un descubrimiento inaudito.

En 1822, la señora Mantell, realizó con gran destreza la ilustración científica de más de 350 fósiles en el libro de Gideon Mantell, titulado *The fossils of the South Downs, Geology of Sussex*. En ese momento, no recibió el merecido reconocimiento. Sin embargo, hoy en día, puede apreciarse y reconocerle su gran trabajo, no solo por su calidad técnica espectacular, sino también por la belleza artística inigualable. En 1839, se separó del Señor Mantell y murió en 1855, tres años después que su esposo a la edad de 56 años.

De igual modo, destaca Mary Morland Buckland (1797-1857), aficionada a la recolección de fósiles y una hábil ilustradora científica. Se casó con el naturalista inglés William Buckland en 1825, con quien tuvo nueve hijos.

Su obra artística se aprecia en los libros de Georges Cuvier (1769-1832) y William Conybeare (1787-1857). Una pequeña muestra de su trabajo, se observa en el dibujo de la mandíbula y de los restos del *Megalosaurus*. Estos, están dibujados magistralmente en el informe de Buckland, presentado el 20 de febrero de 1824, ante la Geological Society. Además de excelente dibujante, Morland Buckland, limpiaba, preparaba y montaba fósiles en apoyo a la labor científica de su cónyuge.

En el campo de la paleontología, una de las mujeres más sobresaliente en Inglaterra y el mundo fue, Mary Anning (1799-1847), primera paleontóloga reconocida como tal; prolífica buscadora de fósiles en el siglo XIX. Su nombre, ocasionalmente, suele confundirse con el de Mary Ann Woodhouse Mantell. Su trabajo científico ayudó a cambios importantes a principios del siglo XIX, en relación al nuevo enfoque de la vida prehistórica e historia de la tierra. Se le recuerda por su valiosa contribución al entendimiento de los reptiles Mesozoicos. Vivió en Lyme Reges, localidad costera al sur de la Gran Bretaña, por lo que conocía muy bien los acantilados de esa área, propios del período



Mary Ann Woodhouse Mantell  
(1799-1855)



Jurásico. Por su destacado trabajo y observaciones se le reconoce como “La madre de la paleontología”, pues de niña – siguiendo el pasatiempo de la época que después se convirtió en ciencia – coleccionaba y vendía fósiles junto a su padre y hermano. Muerto el primero en 1810, abandonó la escuela y trabajó en el oficio para sostener a la familia.

En 1811, a la edad de doce años, descubrió con su hermano Joseph, un cráneo con aspecto de cocodrilo, mismo que William Conybeare identificó como un nuevo tipo de reptil. Este fue el primer *Ictiosaurio*. Por esta labor, se les pagó la cantidad de 27 libras y el fósil fue entregado al Museo de Historia Natural William Bullock. Posteriormente, fue descrito por Everard Home en 1814. Ninguno de ellos dio crédito a los hermanos Anning, pues ambos provenían de padres protestantes no anglicanos, además de no contar las mujeres con el debido reconocimiento científico.



Mary Morland Buckland  
(1797-1857)



En 1821, William Conybeare (1787-1857) y Henry De la Beche (1796-1855), reconocidos miembros de la Sociedad Geológica de Londres y de la Real Sociedad, rea-

lizaron una recapitulación de *ictiosaurios* encontrados por Mary Anning y una vez más, omitieron su nombre.

Para 1824, la paleontóloga Anning descubrió el primer esqueleto de otro reptil marino, el denominado por Conybeare: *Plesiosaurus dolichodeirus*. Este carecía de cabeza, por lo que solo recibió la suma de 150 libras. En 1828, tuvo también el privilegio de encontrar el primer *pterosaurio* en tierras inglesas. El fósil fue descrito por Buckland y lo denominó *Pterodactylus macronyx*. Dos años más tarde, encontró otro fósil de *plesiosaurio*, éste, ya contaba con cabeza. El encargado de la descripción fue nuevamente Buckland quien le nombró: *Plesiosaurus macrocephalus*.

Por estos descubrimientos, Mary Anning nunca recibió crédito alguno, ni siquiera estaba en los agradecimientos de los autores hacia quienes habían preparado el fósil. Aún con estas omisiones en sus descubrimientos, seguía realizando recorridos al campo en compañía de su perro Tray y ocasionalmente acompañada

de Charlotte Murchison (1788-1869), quien era la esposa del naturalista y paleontólogo, Roderick Impey Murchison (1792-1871). De manera inhumana sus descubrimientos pasaron a ser atribuidos a Conybeare y De La Beche; injustamente era aludida como “aficionada” a la geología y nunca como investigadora. Los prejuicios ingleses, marcaron el destino de esta talentosa mujer.

Aun con todo su trabajo, descubrimientos, experiencia y conocimientos en geología, la Sociedad Geológica inglesa, nunca la reconoció como parte de sus miembros. Dicha sociedad científica no admitía mujeres en la asamblea, ni siquiera como asistentes. Mary Anning, carecía de estudios formales, pertenecía a la clase trabajadora, nunca contrajo matrimonio y murió a la edad de 47 años. Al fallecer, la Sociedad Geológica de Londres le realizó un homenaje, siendo la primera vez en su historia que se hacía un reconocimiento a alguien que no era miembro.

**Referencias**

Cailleux, A. (1964). Historia de la Geología. [Histoire de la géologie. Cuadernos EUDEBA; 112.  
Macías, J. D. (2002). Edad de la Tierra: evolución cronológica de una controversia en referencia a sus principales protagonistas. *La Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 10(2), 151-161.



Mary Anning  
(1799-1847)





# Zacatecanos dentro de los ganadores

## del programa internacional de Huawei



Alejandra Isabel Medina Díaz  
39203930@uaz.edu.mx

Adscripción: Estudiante de Ingeniería Electrónica Industrial en la Universidad Autónoma de Zacatecas.  
LGACs que trabaja: Ingeniería en Electrónica Industrial, Procesamiento de imágenes, Telecomunicaciones.  
Proyecto principal: Reloj de GPS.

Huawei es una empresa líder en Tecnologías de la Información y Comunicaciones que busca, con este tipo de programas, romper la brecha del conocimiento adquirido en un salón de clases y las habilidades requeridas por la industria para mejorar la transferencia de conocimiento y ayudar a la necesidad de personal que pueda abordar desafíos tecnológicos.

Desde 2008 a la fecha, Huawei ha lanzado este programa en Tailandia y cerca de 12 mil estudiantes, de 500 universidades,

137 países y regiones alrededor del mundo, han participado. En 2015, fue la primera edición de Semillas para el Futuro en México.

Los alumnos pertenecientes a la carrera de Ingeniería Electrónica Industrial de la Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica, de la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAIE-UAZ) y becarios en la modalidad de "Excelencia Académica" por el COZCyT, Frida Merlina González García, Alejandra Isabel Medina Díaz, André Mauricio Nava García (estudiantes de 7mo semestre) y Elda Yasmín Martínez Escobar (de 9no semestre), fueron de los 15 seleccionados en el programa "Semillas para el Futuro México 2022".

Las propuestas triunfadoras de Zacatecas son: *Análisis de datos de Covid-19 con un enfoque de algoritmos de inteligencia artificial para ayudar a comprender mejor la evolución de los síntomas persistentes*, de Elda Yasmín Martínez; *Desarrollo de*

*coches a escala 1/10 de bajo costo para pruebas de conducción autónoma*, de Andree Mauricio Nava y Alejandra Isabel Medina; y *Domotización de entornos para la atención clínica, una solución con IoT para automatizar entornos de atención clínica, como lo son consultorios, clínicas, hospitales y así ofrecer un servicio de calidad a los pacientes*, de Frida Merlina González.

El programa tuvo lugar en la Ciudad de México del 10 al 17 de octubre donde recibimos becas concedidas por Huawei que cubrieron la totalidad del programa formativo diseñado en el campo de las Telecomunicaciones y las Tecnologías de la Información (TIC). En el cual tuvimos que completar 5 cursos en la plataforma de iLearningX de cursos pre-grabados y obtener calificaciones aprobatorias.

Participamos en un Bootcamp Innovation Path en el Tecnológico de Monterrey, Campus Santa Fe, donde formamos nuevos

equipos para ser parte del programa Tech4Good, además de regalarnos una tableta marca Huawei de última generación.

Tech4Good es un nuevo proyecto bajo Seeds for the Future que requiere que los estudiantes identifiquen un problema social y propongan una solución técnica basada en las habilidades TIC que aprendimos a lo largo del programa. Esta competencia también está diseñada para cultivar el liderazgo y el trabajo en equipo a través de la práctica y la competencia grupal.

Para este proyecto, fuimos divididos en dos equipos, uno de 7 y otro de 8 personas. Mi equipo "Orange Spirit", quedó conformado por Mariana Yael Castro Figueroa, de Baja California; Edgar Eduardo Barreto Benítez; Edgar Gamero García, y Efraín Moledano Torres, de Hidalgo; Carlos Enrique Rivera Rodríguez, de Veracruz y André Mauricio Nava García y yo, de Zacatecas.



El otro equipo “Brave Blinderd” conformado por Alondra Michelle Peralta Dzul, de Campeche; Kenneth de Jesús Alcalá Beltrán, del Estado de México; Luis Carlos Argüelles Macías, de Sonora; Jesús Martín García Ojeda, y Luis Fernando Gómez Salgado, de Veracruz; Alejandro Santosco y Rivero, de Yucatán; Elda Yasmín Martínez Escobar y Frida Merlina González García de Zacatecas.

Nosotros propusimos un proyecto para ayudar a las personas que sufren daltonismo a la hora de escoger su vestimenta por medio de una app digital con ayuda de Inteligencia Artificial, para que no tengan que ir siempre acompañados de una persona para realizar sus compras y así ser más independientes. Mientras que el otro equipo “Brave Blinderd” creó un sistema que analiza el estado de los productos agrícolas, específicamente frutas y verduras. De acuerdo con una predicción de por vida, la tecnología ajustará un valor de

precio justo entre los proveedores y clientes de frutas y verduras, mitigando el desperdicio.

En la semana tuvimos la oportunidad de recibir pláticas de expertos en las tecnologías emergentes como IoT, Ciberseguridad, Computación en la Nube, Inteligencia Artificial y 5G, así como de exponer nuestras dudas para que fueran resueltas. Para esto fue indispensable uno de los requisitos para ser seleccionado, que es el dominio del idioma inglés ya que todas las pláticas por parte de Huawei y recorridos que impartieron desde China fueron en este idioma.

De lunes a sábado, a partir del mediodía, recibimos el Bootcamp de Emprendimiento con la finalidad de prepararnos para la elaboración de nuestro proyecto y presentarlo en Tech4Good. El Bootcamp se dividió en 10 partes: Megatendencias, Identificación de Oportunidades, Pensamiento Creativo e Innovador, Mapa de

Empatía, Jobs to be Done, Propuesta de Valor, Prototipos y Validación, Economía del Comportamiento, Producto Mínimo Viable y Presentaciones Efectivas. Fue un Bootcamp inolvidable, muy dinámico y de bastante aprendizaje, dentro del mismo llevaron a personas que tenían más experiencia en cierta parte del Bootcamp. Cada uno nos compartía su opinión y retroalimentación del proyecto que estuvimos desarrollando.

Además, hubo más premios de los mencionados. Al llegar al hotel nos tenían preparado un kit para comenzar nuestra semana, que incluía una sudadera, un termo, una pluma, un libro titulado “HUAWEI, liderazgo, cultura y conectividad” de Tian Tao, David de Cremer y Wu Chunbo, postales, una libreta y otros detalles. Otro premio no mencionado fueron las actividades culturales, como la visita al Museo Palacio de Bellas Artes, Museo de Historia del Castillo de Chapultepec, Museo

de Frida Kahlo y Coyoacán, todas estas actividades con guía para conocer la historia de cada uno de estos bellos lugares.

Como mencioné, en la ceremonia de premiación, estamos muy agradecidos con Huawei junto con la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes, con nuestros profesores, compañeros y el COZCYT por su apoyo incondicional e invaluable, por impulsarnos en nuestro desarrollo académico y profesional. Actualmente ambos equipos están participando en Tech4Good para que la competencia se lleve a cabo terminando el año 2022.

También, queremos hacer la invitación a los jóvenes zacatecanos a participar en este tipo de programas, que aprendan inglés y cualquier otro idioma que gusten, ayudemos a impulsar nuestro Estado y a nuestro país porque, como sabemos, hay mucho talento, sólo falta el conocimiento de ciertas convocatorias y participación.



#### Breve Semblanza

**Dra. Irma Elizabeth González Curiel**

[irmacuriel@uaz.edu.mx](mailto:irmacuriel@uaz.edu.mx)

Adscripción: Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Ciencias Químicas, Laboratorio de Investigación en Inmunotoxicología.

LGACs que trabaja: Serología infecciosa en distintas enfermedades de interés médico nacional. Evaluación de diversos contaminantes ambientales y compuestos bioactivos sobre el sistema endocrino y/o inmunológico en modelos in vivo e in vitro.

Proyecto principal: Inmunología de COVID19.



# Dra. Irma Elizabeth González Curiel

La pandemia COVID19 ha sido uno de los retos más desafiantes que ha enfrentado la humanidad en el siglo XXI en materia de salud. Nos ha dejado grandes enseñanzas, oportunidades y pruebas que aún siguen vigentes, incluso con alcance en la educación y la tecnología.

Desde esa perspectiva, la investigadora adscrita a la Unidad Académica de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Zacatecas, Dra. Irma E. González Curiel, distinguida como perfil PRODEP (2016-presente) e Investigadora Nacional Nivel 1 (2017-presente); cultiva en su laboratorio de investigación de Inmunotoxicología varias Líneas de Generación y Aplicación al Conocimiento (LGAC), entre ellas, la Serología infecciosa en distintas enfermedades de interés médico nacional.

Al respecto, la Dra. González Curiel comentó que su equipo de trabajo conformado por médicos, enfermeras, químicos, investigadores y estudiantes de distintas instituciones del estado de Zacatecas, se sumaron de manera interdisciplinaria para mitigar la pandemia desde la primera ola de contagios de SARS-CoV2, comprendida desde febrero 2020; indicando que, en esa fecha, existía un gran desconocimiento del virus respecto a las formas de contagio, la propagación, el curso natural de la enfermedad, el diagnóstico, el tratamiento y, por supuesto, la protección conferida de manera artificial por una vacuna. Debido a estas interrogantes, la investigadora mencionó que, existió la necesidad de responder de manera rápida y eficiente y para ello, en conjunto con otros investigadores de la Universidad, se dieron a la tarea de buscar el concepto de inmunidad colectiva.

Brevemente, la inmunidad colectiva, también conocida como inmunidad de rebaño o inmunidad comunitaria, ocurre cuando una población genera defensas (anticuerpos) contra un patógeno tras el contagio y, a medida que incrementa el porcentaje de personas sobrevivientes con esos anticuerpos, serán capaces de neutralizar al patógeno de origen y evitar su propagación a los grupos de riesgo de mayor vulnerabilidad.

Referente a lo anterior, la Dra. González Curiel coordinó brigadas a fin de localizar y tomar una muestra de sangre que permitiera monitorear la respuesta inmunológica en la población recuperada de SARS-CoV2-COVID19, todo lo anterior se realizó con los permisos y avales bioéticos y científicos normativos. En relación a eso y derivado de los esfuerzos colectivos, se logró realizar un tamizaje poblacional en los municipios con mayor número de casos positivos. Se les aplicó un cuestionario para extraer información socio-demográfica, antropométrica y clínica sobre su situación actual de salud y posteriormente se procedió a realizar una toma de muestra sanguínea para determinar la presencia de anticuerpos anti-SARS-CoV2. Los resultados mostraron que un tercio de la población tamizada no produjo anticuerpos a pesar de contar con un diagnóstico previo de COVID19 por prueba molecular, sugiriendo una resistencia natural dependiente de otros mecanismos de defensa. En ese sentido y de acuerdo con la literatura para alcanzar la inmunidad colectiva se requería que un porcentaje superior al 80% produjera anticuerpos, por lo tanto, la única manera de alcanzar una inmunidad protectora sería a través de la vacuna para frenar la cadena de transmisión.

La Dra. González Curiel, también comentó que, en su momento, los resultados fueron transferidos a la Secretaría de Salud para la toma de decisiones en el control y manejo de la pandemia.

Por otro lado, la Dra. continuó con sus investigaciones relacionadas con el entendimiento de las defensas en los individuos recuperados de COVID19 no vacunados con y sin comorbilidades tales como diabetes mellitus (DM) e hipertensión (HTA). Los autores reportaron que algunas moléculas clave en la regulación de la inflamación se encuentran disminuidas en los sujetos con DM y HTA. En otras palabras, los bajos niveles de esas moléculas podrían exacerbar la sintomatología y alargar el tiempo de recuperación en esta población con las comorbilidades antes mencionadas.

De manera paralela, otras investigaciones lideradas por la Dra., consistieron en comprender la dinámica espacio-temporal de COVID19 en el Estado de Zacatecas durante el periodo 2020 – 2022 para medir el impacto de la COVID19 en materia de salud, es decir, entender el papel de las comorbilidades (DM2, Asma, HTA, Obesidad) y de otras variables como el analfabetismo y la violencia de género en la población zacatecana. Lo anterior, se diseñó a fin de apoyar a la secretaría de Salud en la toma de decisiones, la planificación y las acciones comunitarias en los municipios de mayor prioridad. Actualmente, los resultados se encuentran en vía de publicación.

Finalmente, la Dra., puntualizó: "la pandemia sigue, aún no la doblegamos, sigue latente y existe mucho por aprender del virus, pero ahora contamos con mejores herramientas de análisis y sin duda nos ha cambiado, ahora trabajamos de manera híbrida y es la nueva normalidad..."



# El síndrome de ovario poliquístico:

## ¿un desorden hormonal o inmunológico?



Mariana Haydee García Hernández  
mariana.haydee.gh@gmail.com

Adscripción: Unidad de Investigación Biomédica de Zacatecas del Instituto Mexicano del Seguro Social (UIBMZ-IMSS), Delegación Zacatecas.

LGACs que trabaja: Regulación del sistema inmune en enfermedades inflamatorias crónicas.

Proyecto principal: Evaluación de células B reguladoras durante el embarazo.

Andrea Ortiz López  
andreaortizlopez@gmail.com

Adscripción: Unidad de Investigación Biomédica de Zacatecas del Instituto Mexicano del Seguro Social (UIBMZ-IMSS), Delegación Zacatecas.

LGACs que trabaja: regulación del sistema inmune en diabetes.

Proyecto principal: Evaluación de células B reguladoras en pacientes con diabetes tipo 2.

En condiciones normales, en una mujer existen cambios periódicos regulares de su sistema reproductivo, que ocurren para la preparación del embarazo, en caso de que se produzca. En este proceso intervienen mensajeros químicos llamados hormonas, entre las que podemos mencionar a los estrógenos, andrógenos y progesterona. Además, para que esta preparación suceda de manera adecuada se necesita un equilibrio entre la producción y el consumo de hormonas. Los andrógenos, como la testosterona, son más abundantes y de gran importancia en hombres, porque confieren las características típicas masculinas. En la mujer, este tipo de hormonas son muy importantes, pero ¿qué pasa si las hormonas masculinas como la testosterona comienzan a sintetizarse en mayor cantidad en el cuerpo de una mujer?

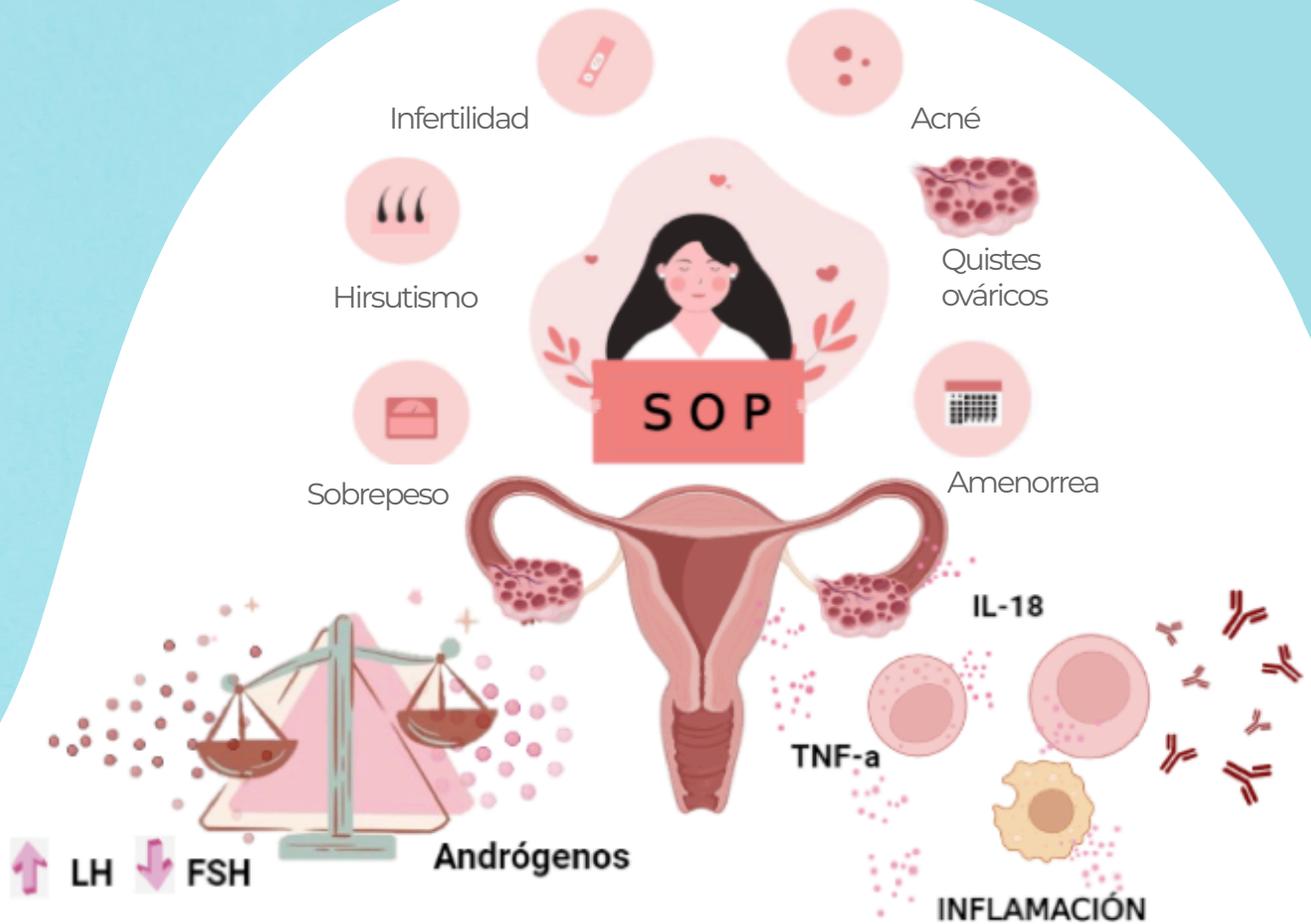
El síndrome de ovario poliquístico (SOP) es el trastorno endocrino (hormonal) que puede llegar a aparecer en una mujer cuando hay un exceso de hormonas

masculinas, que se conoce como hiperandrogenismo. Las causas del incremento de los andrógenos que pueden explicar el desarrollo del SOP no se han aclarado del todo, pero se conoce que en algunos casos es el resultado de una predisposición genética o exposición a factores ambientales, como el bisfenol, que se encuentra en algunos plásticos; asimismo, en ciertos casos puede ser resultado de la presencia de obesidad y resistencia a la insulina.

Esta enfermedad afecta a una de cada diez mujeres en edad reproductiva. Y aunque representa una de las principales afecciones ginecológicas, muchas mujeres desconocen que padecen esta patología, debido a que sus síntomas característicos, como aparición de acné, periodos menstruales irregulares y aumento de peso, no se vinculan a la presencia de esta condición. Asimismo, es importante mencionar que gran parte de las mujeres no acuden con frecuencia al especialista, y sólo lo hacen hasta que tienen problemas para

lograr un embarazo. También, es importante mencionar que un diagnóstico temprano es fundamental para el manejo óptimo y prevención de las complicaciones propias de la enfermedad. En este sentido, el SOP se asocia a complicaciones, tales como infertilidad, abortos espontáneos, preclamsia y aborto prematuro. Además, las pacientes con este síndrome son más propensas a desarrollar trastornos metabólicos, como diabetes mellitus tipo 2, hipertensión y enfermedades cardiovasculares.

Según los criterios de diagnóstico descritos por el Consenso de Rotterdam, este síndrome se caracteriza por la ausencia de menstruación o alteraciones en el ciclo menstrual, signos bioquímicos y clínicos de hiperandrogenismo, como una concentración alta de testosterona en sangre, exceso de vello corporal, aparición de acné en diferentes partes del cuerpo, alopecia y una morfología anormal en los ovarios, que se debe a la presencia de pequeños sacos llenos de líquido, conocidos como quistes.



Actualmente, el síndrome de ovario poliquístico no tiene cura; pero existen tratamientos preventivos farmacológicos enfocados en regularizar el periodo de menstruación, y reducir la resistencia a la insulina y los niveles de lípidos, así como tratamientos de sustitución de hormonas para aumentar la fertilidad; en algunas ocasiones es necesaria la cirugía para extraer los quistes en el ovario. Además, podemos mencionar, también, el uso de tratamientos no farmacológicos, que se basan en hacer cambios en el estilo de vida, como la dieta y el ejercicio, que podrían ayudar a controlar los síntomas de la enfermedad.

A pesar de ser considerado un trastorno endocrino, por el desajuste hormonal que se presenta, estudios recientes sugieren que el SOP puede ser descrito desde un contexto inmunológico como una condición de inflamación crónica de bajo grado o subclínica, e incluso como una patología autoinmune, debido a que se ha observado en él, el incremento de la producción de anticuerpos

que reconocen y atacan al propio organismo. Asimismo, también se ha comprobado el aumento de moléculas de tipo inflamatorio, como la interleucina-18 (IL-18), el factor de necrosis tumoral-alfa (TNF- $\alpha$ ), la proteína C reactiva (PCR) y la disminución de células T reguladoras, que son las responsables de modular a la baja procesos inflamatorios. En este punto es importante mencionar que existe una relación estrecha entre el sistema inmune y el endocrino, debido a que las células inmunes expresan receptores específicos para hormonas, lo que en consecuencia las provee de la capacidad para responder a cambios hormonales.

En su trabajo investigativo, Su Liu y otros (2021) encontraron que existía un perfil alterado de células del sistema inmune en el endometrio de mujeres con síndrome de ovario poliquístico que se caracterizaba por un incremento de algunas poblaciones de células inmunes, las cuales normalmente se encargan de eliminar microorganismos patógenos, células infectadas o cancerígenas.

Los científicos sugieren que el aumento de estas células en el endometrio podría interferir con la implantación y desarrollo normal de la placenta, siendo una de las posibles causas de abortos prematuros y problemas de embarazo en las mujeres que padecen SOP.

Por su parte, Xiao N y otros. (2019) analizaron la posible participación de las células B del sistema inmune en la patología de la SOP. Las células B representan la inmunidad humoral, es decir, la inmunidad encargada de la producción de anticuerpos. En el estudio se observó que las proporciones y la función de las células B estaban alteradas en pacientes con SOP, lo cual podría promover el estado inflamatorio y la generación de autoanticuerpos. También, apreciaron que el síndrome de ovario poliquístico no se desarrollaba en ratones que eran tratados para eliminar a las células B antes de inducirles el estado de hiperandrogenismo. Por lo tanto, se sugirió que las mencionadas células B no solo podrían estar contribuyendo con el estado

inflamatorio de la enfermedad, sino también con el desarrollo de la misma.

En conjunto, esta información nos indica que la alteración en número y función de subpoblaciones de células del sistema inmune podría contribuir con el componente inflamatorio en pacientes femeninas con síndrome de ovario poliquístico. Y en este sentido, es fundamental conocer más sobre la contribución del sistema inmune en el desarrollo y progresión del SOP, ya que un mejor entendimiento de la enfermedad permitiría la generación de tratamientos futuros más efectivos.

#### Referencias

- Beckmann, C. R., Casanova, R., Chuang, A., Goepfert, A. R., & Ling, F. W. (2019). *Beckmann and Ling's obstetrics and gynecology*. Wolters Kluwer.
- Liu, S., Hong, L., Mo, M., Xiao, S., Chen, C., Li, Y., ... & Zeng, Y. (2021). Evaluation of endometrial immune status of polycystic ovary syndrome. *Journal of Reproductive Immunology*, 144, 103282.
- Xiao, N., He, K., Gong, F., Xie, Q., Peng, J., Su, X., ... & Cheng, L. (2019). Altered subsets and activities of B lymphocytes in polycystic ovary syndrome. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 143(5), 1943-1945.



# Bioelementos



**Leticia Lozada Rodríguez**  
leticiaozada@uaz.edu.mx,

Adscripción: Unidad Académica de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Zacatecas.  
LGACs que trabaja: Química Inorgánica, Química de coordinación.  
Proyecto principal: Síntesis y caracterización de compuestos de coordinación.

**Sara Muro Herrera**  
saramuhee@gmail.com

Adscripción: Unidad Académica de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Zacatecas.  
LGACs que trabaja: Química Inorgánica, Química de coordinación.  
Proyecto principal: Síntesis y caracterización de compuestos de coordinación.

Desde el polvo hasta las estrellas, todo lo que nos rodea y lo que somos, está compuesto de materia. La ciencia que se encarga del estudio de la materia es la Química, y la define como el material físico del universo, todo aquello que tiene masa y ocupa espacio. Numerosos experimentos científicos, han permitido entender que la materia es el resultado de la combinación de apenas un poco más de un ciento de componentes básicos llamados elementos.

Cada elemento se compone de un solo tipo de átomo, el cual está formado por electrones, protones y neutrones, que son partículas con carga negativa, positiva y sin carga, respectivamente. El número de protones dentro de un átomo, también llamado número atómico, define sus características físicas y químicas. Pensemos en el elemento mercurio, el cual, encontramos fácilmente en los termómetros. La apariencia del mercurio es la de un metal líquido de color blanco-plateado. Una gota de este elemento estaría compuesta de millones y millones de átomos de mercurio, los cuales contienen 80 protones. Si pudiéramos quitar apenas un protón al átomo de mercurio, y tener un átomo con 79 protones, veríamos que las propiedades de esa materia cambiarían drásticamente. Tal es el caso del átomo de oro, el cual contiene 79 protones. El oro es un metal sólido de color amarillo-naranja, que dista mucho de parecerse al mercurio (Figura 1). Por lo anterior, se dice que un elemento tiene propiedades definidas y no puede descomponerse en sus-

tancias más simples. En la actualidad se conocen 118 elementos, los cuales pueden ser agrupados de acuerdo a similitudes en sus propiedades físicas y químicas; dicho arreglo es conocido como Tabla Periódica [1].



Figura 1. Apariencia física del mercurio y el oro, respectivamente

Por otro lado, además de energía, la vida requiere del intercambio continuo de materia lo que, en principio, podría incluir a todos los elementos químicos. Sin embargo, no todos los elementos forman parte de los seres vivos. Los elementos químicos que forman parte de la materia viva son llamados bioelementos (Figura 2). La aparición de estos elementos en los organismos depende de condiciones externas e internas de los mismos.

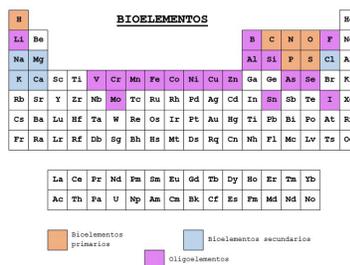


Figura 2. Bioelementos de la Tabla Periódica.

La composición elemental del cuerpo humano puede variar conforme a la edad, el sexo, entre muchos otros factores (Tabla 1). Entre los elementos que lo constituyen están los llamados

bioelementos primarios, que son los más abundantes e indispensables para formar las biomoléculas (carbohidratos, lípidos, proteínas, ácidos nucleicos), las cuales, son el fundamento de la vida. Estos elementos son: oxígeno, carbono, hidrógeno, nitrógeno, fósforo y azufre, y constituyen aproximadamente más del 97 % del organismo.

ELEMENTO	SÍMBOLO	MASA (g)
Oxígeno	O	43000
Carbono	C	16000
Hidrógeno	H	7000
Nitrógeno	N	1800
Calcio	Ca	1200
Fósforo	P	780
Azufre	S	140
Potasio	K	125
Sodio	Na	100
Cloro	Cl	95
Magnesio	Mg	25
Flúor	F	5.0
Hierro	Fe	4.0
Zinc	Zn	2.3
Silicio	Si	1.0
Cobre	Cu	0.07
Níquel	Ni	0.015
Yodo	I	0.015
Selenio	Se	0.014
Manganeso	Mn	0.012
Cobalto	Co	0.002
Otros	Ti, Sr, Br, Pb, Li, Ba, Cd, Sn, Al, As	Trazas

Tabla 1. Composición elemental promedio en el cuerpo humano (adulto de aproximadamente 70 kg) [2].

El oxígeno resulta ser el bioelemento más abundante en el organismo humano ya que además de formar parte de las biomoléculas forma, junto con el hidrógeno, el agua presente en el cuerpo, la cual representa aproximadamente el 60 % del mismo.



El segundo elemento más abundante y quizá el más importante en la construcción de la vida, es el carbono. Este elemento se puede unir a otro tipo de átomos, o bien, unirse a más átomos de carbono para formar grandes cadenas; a esta propiedad del carbono se la conoce como catenación. Esta capacidad le permite al carbono ser visto como un bloque de construcción básico, el cual puede generar las grandes estructuras de las biomoléculas presentes en nuestro organismo (Figura 3). Sin el carbono, estas biomoléculas simplemente no podrían existir. Los átomos de otros elementos no pueden formar las grandes moléculas de la vida, ya que no poseen una propiedad de catenación igualable a la del carbono. Por estos motivos se dice que la vida está formada a base de carbono.

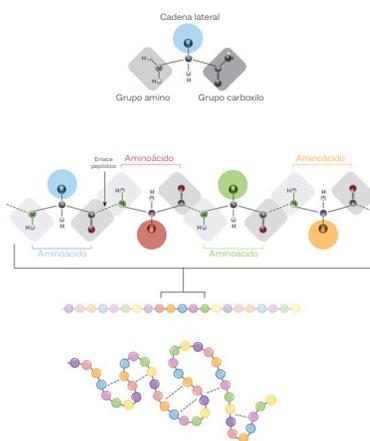


Figura 3. El carbono como bloque de construcción, unido a otros bioelementos para formar grandes biomoléculas.

El hidrógeno, por su parte, es el tercer elemento más abundante en el cuerpo. Además de formar parte del agua del organismo, este elemento se encuentra prácticamente siempre unido a átomos de carbono, siendo parte fundamental de las biomoléculas. El papel que juega el hidrógeno dentro del organismo es diverso, y va desde la participación en algunas de las reacciones que hacen posible la vida, hasta un rol estructural. Por ejemplo, las interacciones de “puente de hidrógeno” entre las bases nitrogenadas del ADN hacen que éste adopte su estructura helicoidal característica.

El nitrógeno es el cuarto elemento más abundante y forma parte de las proteínas y los ácidos nucleicos. Finalmente, el fósforo es el segundo mineral más abundante del cuerpo, constituyendo huesos y dientes, mientras que el azufre forma parte de algunos aminoácidos de las proteínas.

Los bioelementos secundarios se encuentran en una cantidad menor al 3%. Ejemplos de estos son el sodio, potasio, magnesio, calcio y cloro. También están los llamados oligoelementos, que están presentes aún en menor cantidad que los secundarios y dentro de los cuales se consideran al hierro, zinc, cobre, cobalto entre muchos otros [3]. A pesar de que su abundancia en el cuerpo humano es muy baja, estos elementos permiten el correcto funcionamiento del mismo; sin su presencia, la vida no sería posible. Por ejemplo, la difusión de los iones de sodio y potasio a través de la membrana celular debido al gradiente de concen-

tración, genera una diferencia de potencial, que se emplea en diversas situaciones para la transferencia y procesamiento de información en el sistema nervioso, en la reacción o control del movimiento de los músculos. La deficiencia de estos elementos causa enfermedades en el organismo (Tabla 2):

ELEMENTO DEFICIENTE	SÍNTOMAS TÍPICOS POR DEFICIENCIA
Calcio	Retraso en el crecimiento de los huesos
Magnesio	Calambres musculares
Hierro	Anemia, desórdenes en el sistema inmune
Zinc	Daño en la piel, retraso en el crecimiento, maduración sexual tardía
Cobre	Debilidad arterial, enfermedad del hígado, anemia secundaria
Manganeso	Infertilidad, desarrollo esquelético deteriorado
Molibdeno	Retardo en el crecimiento celular, propensión a caries
Cobalto	Anemia perniciosa
Níquel	Depresión, dermatitis
Cromo	Síntomas de diabetes
Silicio	Desórdenes en el crecimiento de los huesos
Flúor	Caries dental
Yodo	Desórdenes de la tiroides, metabolismo retardado
Selenio	Debilidad muscular, cardiomiopatía

Tabla 2. Síntomas característicos de la deficiencia de algunos elementos en el cuerpo humano (Kaim et al., 2013).

Con respecto al cuerpo humano, los elementos denominados “traza” son los que involucran un requerimiento diario menor de 25 mg y algunos de ellos, como el boro, arsénico y estaño, no han sido definidos con exactitud en cuanto cantidad, carácter esencial y función dentro del organismo [2].

Para considerar si un elemento es esencial, es decir, si es necesario para la vida dentro de un organismo, se pueden tomar en consideración los siguientes tres factores [3].

1. Que exista una deficiencia fisiológica si el elemento es removido de la dieta del ser vivo.
2. Si dicha deficiencia se alivia con la adición del elemento.
3. Si un elemento está asociado con una función biológica específica.

Si alguno de los tres puntos anteriores se cumple, entonces el elemento es esencial. No obstante, todo elemento esencial debe tener una concentración adecuada dentro del organismo ya que, a dosis bajas, el organismo no sobrevive o bien, desarrolla enfermedades. También, deben evitarse las dosis altas de los elementos esenciales, puesto que pueden llevar a efectos tóxicos e incluso a la letalidad, lo que ilustra el principio de Paracelso: “La dosis hace el veneno”.

De lo anterior, es fácil observar que la correcta ingesta de nutrientes le permite al cuerpo obtener los elementos necesarios para la vida, así como su correcto funcionamiento. Por lo tanto, una buena nutrición tiene un papel preponderante en la vida de todos los organismos.

#### Referencias

- [1]. Rayner-Canham, G., & Overton, T. (2010). Descriptive Inorganic Chemistry. (W. H. F. and Company, Ed.). New York: Clancy Marshall.
- [2]. Kaim, W., Schwederski, B., & Klein, A. (2013). Bioinorganic Chemistry: Inorganic Elements in the Chemistry of Life (Second ed.). Wiley.
- [3]. Roat-Malone, R. M. (2002). Bioinorganic Chemistry A Short Course. (Wiley-Interscience, Ed.).



# Hodgkin y Huxley

## a 70 años del inicio de la neurociencia moderna



**Gerardo Jorge Félix Martínez**  
gfelix@conacyt.mx

Adscripción: Investigador por México CONACYT - Universidad Autónoma Metropolitana. LGACs que trabaja: Biofísica, Electrofisiología celular, Modelado computacional de células excitables. Proyecto principal: Estudio biofísico de la arquitectura y funcionamiento de los islotes pancreáticos y su papel en la diabetes tipo 2.

**José Rafael Godínez Fernández**  
jrgf@xanum.uam.mx

Adscripción: Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma Metropolitana. LGACs que trabaja: Biofísica, electrofisiología celular, control y regulación fisiológico.

La historia de los descubrimientos de los británicos Alan Lloyd Hodgkin (1914-1998) y Andrew Fielding Huxley (1917-2012), que los llevaron a ganar, junto con el británico alemán Bernard Katz (1911-2003), el premio Nobel de Fisiología o Medicina en 1963, es digna de recordarse a 70 años de la publicación de sus artículos, considerados como un parteaguas en el campo de las neurociencias. En ellos, Hodgkin y Huxley lograron explicar cómo se generan los impulsos eléctricos en las neuronas del calamar gigante, lo que sentó las bases para lograr entender el funcionamiento de las células cuya función fisiológica está ligada a la generación de impulsos eléctricos, llamadas células excitables. Ejemplos de estas son las neuronas, las células musculares y algunas células endócrinas.

Todas las células están delimitadas por una membrana que separa el interior del exterior celular. Esta membrana, al ser selectivamente permeable a iones, como el potasio, sodio y calcio, permite que se genere una diferencia de voltaje entre el

interior y el exterior de la célula como resultado de las variaciones de concentración iónica, lo cual se traduce en una diferencia de cargas eléctricas. A esta diferencia de potencial se le conoce como potencial de membrana. Cuando una célula no recibe algún estímulo, su interior es más negativo con respecto al exterior, lo que lleva al establecimiento del llamado potencial de reposo, que, dependiendo del tipo de célula, puede estar en el rango de  $-60$  a  $-90$  mV (Figura A).

Por otro lado, cuando las células excitables son estimuladas, generan impulsos eléctricos conocidos como potenciales de acción, que consisten en un cambio súbito, rápido y transitorio del potencial de membrana de la célula, partiendo del potencial de reposo hacia valores positivos en el llamado proceso despolarización, para después, regresar en una etapa de repolarización a valores cercanos al potencial de reposo y momentáneamente, a valores de voltaje más negativos que el potencial de reposo. A esto, se le conoce como hiperpolarización (Figura A).

El origen de los potenciales de acción fue tema de interés para muchos investigadores desde que Julius Bernstein logró medirlos experimentalmente en 1868. Después de varias décadas de estudio fueron Hodgkin y Huxley quienes al final, encontraron la respuesta a esta pregunta en una serie de cinco artículos publicados en 1952. En ellos, Hodgkin y Huxley, en colaboración con Katz, desarrollaron y perfeccionaron una nueva técnica experimental para controlar el potencial de membrana de la célula, llamada "fijación de voltaje", lo cual les permitió descubrir que al estimular al axón del calamar gigante con un pulso cuadrado de voltaje aparece una corriente entrante rápida que después se convierte en corriente saliente (Figura B).

Posteriormente, los científicos mencionados identificaron las corrientes iónicas detrás de la generación de los potenciales de acción, confirmando que la fase de despolarización se debe a la entrada de sodio a la célula, mientras que la repolarización se debe a la salida de iones de pota-



sio. Además de esto, mostraron experimentalmente la existencia del fenómeno de inactivación de la corriente rápida de sodio, lo que explicó la rapidez con la que la corriente entrante de sodio se convierte en una corriente saliente de potasio.

Por si esto fuera poco, mostraron también que el potencial de membrana controla tanto la activación como la inactivación de las corrientes de sodio y potasio. Para finalizar, Hodgkin y Huxley recopilaron todas sus observaciones experimentales y formularon un modelo computacional capaz de reproducir la generación de los potenciales de acción en el axón de calamar gigante. El hecho de que su modelo fuera capaz de simular el comportamiento del axón en una gran variedad de escenarios experimentales dio soporte a los mecanismos propuestos como responsables de la generación de la actividad eléctrica.

Años después, se descubrió que el calcio es otro ion con participación importante en la actividad eléctrica de muchas células como las musculares y endocrinas.

También, se encontró que toxinas naturales de origen animal funcionan como bloqueadores de las corrientes iónicas (como las corrientes de sodio y potasio descritas por Hodgkin y Huxley), lo que abrió la posibilidad de desarrollar agentes farmacológicos para el tratamiento de enfermedades relacionadas con la actividad eléctrica en células excitables. Así pues, en los años setenta se descubrió que las corrientes iónicas asociadas a los potenciales de acción son originadas por la apertura y cierre de proteínas que forman poros en la membrana celular, llamados canales iónicos. A raíz de esto, Bert Sakmann y Erwin Neher – hoy octogenarios - desarrollaron la técnica experimental de microáreas de membrana, conocida en inglés como patch-clamp, lo cual hizo posible la medición directa de las corrientes originadas por el paso de iones a través de los canales iónicos. Este descubrimiento, los llevó a recibir el premio Nobel en 1991.

Posteriormente, los canales iónicos comenzaron a ser descritos genéticamente, permitiendo la identificación de mutaciones

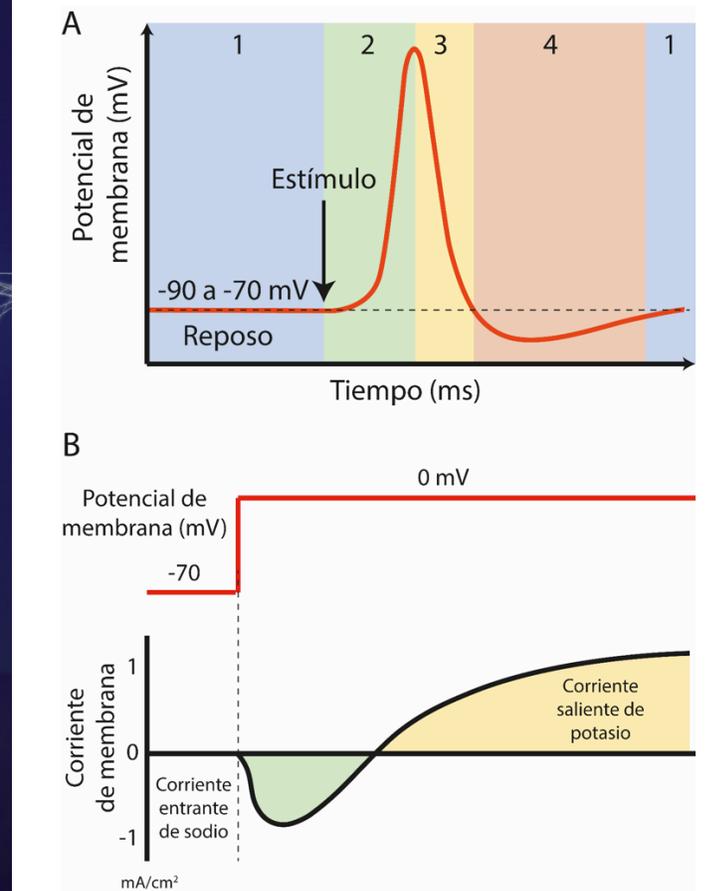


Figura A. Fases de un potencial de acción. 1. Potencial de reposo. 2. Despolarización. 3. Repolarización. 4. Hiperpolarización. 5. Regreso al potencial de reposo.

Figura B. Experimento de fijación de voltaje en el que el potencial de membrana de la célula es controlado por el experimentador. Hodgkin y Huxley observaron que un pulso de voltaje de -70 a 0 mV genera primero una corriente entrante rápida de sodio y posteriormente, una corriente saliente de potasio.

asociadas a enfermedades generadas por alteraciones en los canales iónicos. En las últimas décadas, el estudio de los canales iónicos y las corrientes de membrana se han complementado con diversas técnicas como la cristalografía y la imagenología las cuales han permitido observar directamente la apertura y cierre de los canales iónicos, así como su estructura atómica.

Todos estos descubrimientos y desarrollos son prueba de la importancia del legado de Hodgkin y Huxley, quienes más allá de sus resultados, a través de la publicación de artículos científicos nos dan una muestra del potencial del trabajo multidisciplinario, de la aplicación del método científico, del manejo del inevitable error en el trabajo de investigación e incluso de la innovación tecnológica, históricamente presente en los grandes descubrimientos de la ciencia.

Referencias

Hille, B. (1992). *Classical biophysics of the squid giant axon. Ionic Channels of Excitable Membranes*, Ed. 2, 337-361.  
 Raman, I. M., & Ferster, D. L. (2022). *The Annotated Hodgkin and Huxley: A Reader's Guide*. Princeton University Press.



# Sistemas numéricos y los números mayas



José de Jesús Villa Hernández  
jvillah@uaz.edu.mx

Adscripción: Doctorado en Ciencias de la Ingeniería, Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica. Universidad Autónoma de Zacatecas.  
LGACs que trabaja: Óptica y Procesamiento de Imágenes. Visión Computacional.

Gerardo Miramontes de León  
gmiram2002@yahoo.com

Adscripción: Profesor-Investigador jubilado, Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica. Universidad Autónoma de Zacatecas

## Introducción

Los números nos sirven para cosas tan simples como representar cantidades en la vida diaria, y hasta para realizar cálculos de gran complejidad en la ciencia y la tecnología. La mayoría de nosotros estamos acostumbrados al sistema numérico *decimal*, basado en diez símbolos (dígitos). Pero, ¿sabías que existen otros sistemas numéricos, que se basan en una cantidad diferente de símbolos? Tales son los casos de los sistemas *binario* y *hexadecimal*, que son clave en la tecnología digital, y el sistema *vigesimal*, usado por nuestros antepasados Mayas. En este artículo explicamos algunos sistemas numéricos y experimentamos con ellos haciendo conversiones a decimal y viceversa.

## Sistemas numéricos

Un sistema numérico es un conjunto ordenado de símbolos con reglas para combinarlos y así representar cantidades numéricas [1]. Se le llama *base* a la cantidad de símbolos que forma el sistema numérico (Ver tabla).

Base	Símbolos
2	0,1
3	0,1,2
4	0,1,2,3
⋮	⋮
10	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9
⋮	⋮
16	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F
⋮	⋮
⋮	⋮

En el sistema numérico base 16 (Hexadecimal), los símbolos literales tienen los siguientes valores en decimal: A=10, B=11, ..., F=15.

En *base decimal*, cuando combinamos sus símbolos para representar cantidades grandes, a cada uno de ellos se le da un valor diferente, dependiendo de su posición: ordenados de derecha a izquierda, el valor de cada símbolo se multiplica por “diez” elevado a una potencia que se incrementa en ese orden (Unidades, decenas, centenas, etc.). La suma total de los valores de los símbolos es el

valor del número representado con dicha combinación. Por ejemplo, el conjunto “568”, ordenado así, tiene el valor:

$$568_{10} = 5 \cdot 10^2 + 6 \cdot 10^1 + 8 \cdot 10^0,$$

donde  $10^2=100$ ,  $10^1=10$  y  $10^0=1$ . Colocamos el subíndice 10 en 568, solo para indicar la base numérica.

Notemos dos cosas fundamentales, que se aplican también con otros sistemas numéricos: (1) El factor “diez” representa la base del sistema numérico. (2) Los valores de los exponentes comienzan en “cero” (de derecha a izquierda).

*Conversión de otra base a decimal.* Para conocer el valor en decimal de un número representado en algún otro sistema numérico, se usa el razonamiento antes descrito.

En general, si por ejemplo combinamos tres símbolos, llamémoslos, X, Y y Z, de un sistema numérico cuya base es *b*, entonces

$$XYZ_b = X \cdot b^2 + Y \cdot b^1 + Z \cdot b^0$$

El lado izquierdo de la ecuación es el número representado en base *b*, mientras que en el lado derecho están las operaciones a realizar para encontrar su valor en el sistema decimal. Este solo es un ejemplo con tres símbolos, pero el razonamiento es el mismo si se tienen más símbolos.

*Conversión de decimal a otra base.* Para convertir un número decimal a su correspondiente en base *b*, podemos usar el método de divisiones sucesivas. Se va dividiendo el número decimal por *b*, anotando los residuos, hasta obtener un cociente igual a cero. Al posicionar los residuos en orden inverso, obtenemos el número en base *b*. Si suponemos el número *N* en decimal que queremos convertir a su correspondiente en base *b*, entonces, obtenemos los cocientes y residuos de las divisiones sucesivas:

$$\begin{aligned} \frac{N}{b} &= C_1 + \frac{R_1}{b}, \\ \frac{C_1}{b} &= C_2 + \frac{R_2}{b}, \\ &\vdots \\ \frac{C_{n-1}}{b} &= C_n + \frac{R_n}{b}. \end{aligned}$$

En este proceso, los cocientes son  $C_1, C_2, \dots, C_n$ , mientras que los residuos son  $R_1, R_2, \dots, R_n$ . El proceso se detiene cuando el cociente obtenido es cero, es decir,  $C_n=0$ . Así, el número en base *b* es  $R_n \dots R_2 R_1$ .

## Los números mayas

Los Mayas usaban un sistema vigesimal (veinte símbolos) [2]. Cada símbolo se construye con puntos y líneas, que valen uno y cinco, respectivamente; mientras que el cero se representa con una concha o caracol (Figura 1). Diferente a cómo construimos números grandes en decimal, los símbolos Mayas se colocan uno sobre otro, siendo los de las posiciones superiores los de valor más significativo.

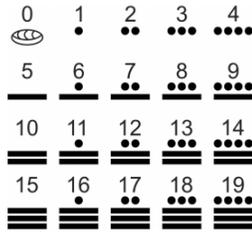


Figura 1. Números Mayas

Por supuesto, los métodos para convertir del sistema Maya a decimal y viceversa, son los mismos que hemos descrito aquí.

### Experimentos

Experimentaremos convirtiendo números de otra base a decimal. Convertiremos  $213_5$  (base cinco),  $1101_2$  (Binario) y  $DB3_{16}$  (Hexadecimal). Las siguientes son las operaciones y sus resultados:

$$213_5 = 2 \cdot 5^2 + 1 \cdot 5^1 + 3 \cdot 5^0 = 58_{10}$$

$$1101_2 = 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 13_{10}$$

$$DB3_{16} = 13 \cdot 16^2 + 11 \cdot 16^1 + 3 \cdot 16^0 = 3507_{10}$$

Cuando se convierte de hexadecimal a decimal, en las operaciones se usa el número decimal correspondiente al símbolo literal. En el último ejemplo, se usan los números 13 y 11, correspondientes a D y B, respectivamente.

Ahora mostramos un ejemplo de conversión de número Maya (Figura 2) a decimal.



Figura 2. Número Maya de tres símbolos.

Ya que en este ejemplo los símbolos mayas corresponden, en orden descendente, a los números 3, 0 y 14 en decimal, las siguientes son las operaciones para la conversión a decimal:

$$3 \cdot 20^2 + 0 \cdot 20^1 + 14 \cdot 20^0 = 1214_{10}$$

Con el fin de comprobar los resultados de los ejemplos anteriores, a la vez de que se practica la conversión de decimal a otro sistema numérico, mostramos las siguientes conversiones.

$58_{10}$  a base 5:

$$\frac{58}{5} = 11 + \frac{3}{5}$$

$$\frac{11}{5} = 2 + \frac{1}{5}$$

$$\frac{2}{5} = 0 + \frac{2}{5}$$

Acomodando los residuos en orden inverso, obtenemos  $213_5$ .

$13_{10}$  a binario:

$$\frac{13}{2} = 6 + \frac{1}{2}$$

$$\frac{6}{2} = 3 + \frac{0}{2}$$

$$\frac{3}{2} = 1 + \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{2} = 0 + \frac{1}{2}$$

Obtenemos  $1101_2$ .

$$3407_{10} \text{ a hexadecimal: } \frac{3507}{16} = 219 + \frac{3}{16}$$

$$\frac{219}{16} = 13 + \frac{11}{16}$$

$$\frac{13}{16} = 0 + \frac{13}{16}$$

Ya que  $B_{16} = 11_{10}$  y  $D_{16} = 13_{10}$ , obtenemos  $DB3_{16}$ .

$1214_{10}$  a Maya:

$$\frac{1214}{20} = 60 + \frac{14}{20}$$

$$\frac{60}{20} = 3 + \frac{0}{20}$$

$$\frac{3}{20} = 0 + \frac{3}{20}$$

Representamos los residuos 14, 0 y 3 con los símbolos Mayas correspondientes y obtenemos el número que se muestra en la Figura 2.

Aplicando lo que ahora sabes, te invitamos a comprobar la equivalencia de los siguientes números representados en diferentes sistemas numéricos.

$$3492_{10} = 6644_8$$

$$CAF_{16} = 51954_{10}$$

$$54_{10} = 110110_2$$

### Discusión y conclusiones

Hemos explicado algunos sistemas numéricos diferentes al decimal, además de cómo convertir números de otro sistema a decimal y viceversa. Los sistemas vistos aquí son del tipo posicional, es decir, el valor de los símbolos que se usan para construir números depende de su posición; caso diferente a los sistemas no-posicionales, como el sistema numérico romano.

Como se puede deducir fácilmente, cuanto más grande es la base, se pueden representar números más grandes con menos símbolos, como es el caso del sistema Maya.

Los Mayas también usaban otros símbolos para su sistema de numeración, los llamados cefalomorfos, que eran cabezas de divinidades; sin embargo, eran menos usados por la mayoría de los pueblos que conformaban su cultura.

Puede creerse que los sistemas numéricos no tienen aplicaciones reales. Sin embargo, como ejemplos, el sistema numérico binario es el que usan internamente las computadoras digitales, debido a que estas trabajan en dos niveles de voltaje, que pueden representarse mediante 0 y 1. Por otro lado, el sistema Hexadecimal era muy usado en lenguajes de programación nativos de computadoras (lenguaje de máquina). Esto es debido a la estrecha relación con el sistema binario ya que con cuatro símbolos binarios se pueden representar hasta dieciséis números, lo que coincide con la cantidad de símbolos en hexadecimal.

### Referencias

- [1] [https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_de\\_numeracion](https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_numeracion)
- [2] Francisco Barriga Puente, Los números y la numerología entre los mayas, Instituto Nacional de Antropología e Historia, 2009.



# El Sol

## y sus manchas solares



**Jesús Iván Santamaría Najjar**  
sannji86@gmail.com

Adscripción: Unidad Académica de Estudios Nucleares de la Universidad Autónoma de Zacatecas.  
LGACs que trabaja: Física Solar, Rayos Cósmicos, Física de Plasmas.  
Proyecto principal: Aceleración de partículas relativistas en descargas eléctricas y su efecto en rayos cósmicos.



Las señales más claras que muestran indicios de actividad solar son las manchas solares. La existencia de estas ha sido desde 800 años antes de Cristo, ya que las más grandes se pueden distinguir fácilmente al observar a través de un telescopio. Estas manchas son regiones de la fotosfera con temperaturas de algunos 2,000 grados, más bajo que el entorno. Debido a sus bajas temperaturas hace que emitan menos luz y, por lo tanto, se observan oscuras. Las perturbaciones magnéticas relacionadas con las manchas alteran la cromosfera e inducen la formación de perturbaciones. Estas son proyecciones gaseosas de la cromosfera que se extienden en el interior de la corona. Los gases ionizados con temperaturas de 10,000 o 20,000 °K que constituyen las protuberancias, evolucionan sobre la superficie del Sol siguiendo las líneas del campo magnético. Las protuberancias se clasifican en diversos tipos de acuerdo a su morfología y movimientos internos, una es la llamada quiescente, son poco elevadas y evolucionan lentamente con duración de semanas, incluso meses. Otra son las protuberancias en forma de lazos, siguen las líneas retorcidas del campo magnético en las cercanías de las manchas solares. Finalmente están las mayores protuberancias llamadas eruptivas, con alturas superiores a la superficie solar de varios centenares de kilómetros.