

# UNIVERSITARIOS POTOSINOS

Revista de  
Divulgación  
Científica

La **CONECTIVIDAD  
CEREBRAL**  
mediante  
técnicas ópticas

Protagonista  
de la química  
**RAÚL  
OCAMPO  
PÉREZ**

Influencia de  
la microbiota  
intestinal en el  
**SOBREPESO Y  
LA OBESIDAD**

**PROBLEMAS DE  
COMUNICACIÓN:**  
lenguaje, filosofía  
y teoría de juegos





**UASLP**  
Universidad Autónoma  
de San Luis Potosí

# Maestría en Gobierno y Políticas Públicas

La Universidad Autónoma de San Luis Potosí a través de  
la Facultad de Derecho, la Facultad de Contaduría y  
Administración y la Facultad de Economía

## CONVOCA

A las personas interesadas en participar en el  
proceso de selección de ingreso a la  
segunda generación 2022-2024

### Informes y contacto:

Dr. Juan Mario Solís Delgadillo  
Coordinador académico de la Maestría  
en Gobierno y Políticas Públicas

### Correo electrónico:

juan.solis@uaslp.mx

### División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Derecho

Sierra Leona 550, Lomas 2ª sección  
San Luis Potosí, SLP.  
Teléfono de contacto: (444) 826 14 50

**Inscríbete del 9 de agosto  
al 15 de octubre de 2021**

**Consulta la convocatoria en [www.uaslp.mx](http://www.uaslp.mx)**



FACULTAD DE  
**DERECHO**  
Abogado Ponciano  
Arriaga Leija



FACULTAD DE  
**ECONOMÍA**



FACULTAD DE  
**CONTADURÍA Y  
ADMINISTRACIÓN**





RECTOR

Alejandro Javier Zermeño Guerra

SECRETARIO GENERAL

Marco Antonio Aranda Martínez

DIRECCIÓN GENERAL

María Aurelia de la O Flores

COORDINADORA EDITORIAL

Adriana del Carmen Zavala Alonso

EDITORA TÉCNICA

Alejandra Carlos Pacheco

EDITORAS GRÁFICAS

Zoraida Catalina Esqueda Zavala  
Liliana Esqueda Zavala

BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN

Soledad Acosta Oviedo  
Abigail Jalomo García

REDACCIÓN

Blanca Azucena Olvera Ojeda  
José Francisco Estrada Vázquez

COMMUNITY MANAGER

Nadia Idalia Cárdenas Sánchez

APOYO TÉCNICO E INFORMÁTICO

Liliana Berenice Hernández Hernández

COLABORADORES

Investigadores, maestros, alumnos de posgrado,  
egresados de la UASLP y otras instituciones

CONSEJO EDITORIAL

Pablo Delgado Sánchez  
Guadalupe Rodríguez Domínguez  
Alejandro Rosillo Martínez  
Adriana Ochoa  
Marcos Algara Siller  
Candy Carranza Álvarez  
Juan Faustino Aguilera Granja  
Patricia Julio Miranda  
Daniel Ernesto Noyola Cherpitel  
Carolina Ortega Olvera  
Guillermo Luévano Bustamante  
Rosa María Martínez García  
William José Olvera López  
Ruth Verónica Martínez Loera  
Carmen del Pilar Suárez Rodríguez  
Amado Nieto Caraveo  
Diana Patricia Portales Pérez

UNIVERSITARIOS POTOSINOS, nueva época, año dieciocho, número 260, de junio de 2021, es una publicación mensual gratuita fundada en marzo de 1993 y editada por la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, a través de la Dirección de Comunicación e Imagen, que tiene como principales objetivos difundir el conocimiento generado por la investigación científica y tecnológica de la UASLP y otras instituciones nacionales y extranjeras e informar sobre los avances, descubrimientos y teorías que se han obtenido en las diversas áreas del conocimiento. Calle Álvaro Obregón número 64, Colonia Centro, C.P. 78000, tel. 444 826 1300, ext. 1505, [revuni@uaslp.mx](mailto:revuni@uaslp.mx). Editora responsable: MCO María Aurelia De la O Flores. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo núm. 04-2017-110819193400-203, ISSN: 1870-1698, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, licitud de Título núm. 8702 y licitud de contenido núm. 6141, otorgados por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, Latindex, folio: 24292.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura de la UASLP, pues ésta es responsabilidad de quien la escribe.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Nacional del Derecho de Autor.

Se reciben colaboraciones exclusivas y originales al correo electrónico: [revuni@uaslp.mx](mailto:revuni@uaslp.mx), que serán revisadas por evaluadores externos y los miembros del Consejo Editorial.

Consulte el Instructivo para colaboradores en: <http://www.uaslp.mx/Comunicacion-Social/revista-universitarios-potosinos>.



## Editorial

Año Dieciocho  
Número 260  
Junio de 2021

El funcionamiento del cerebro sigue siendo un misterio, aunque hay avances no se tiene un panorama completo, y los investigadores han recurrido a diversas técnicas ópticas para lograr descifrarlo. Los autores que escriben el artículo principal de esta edición forman parte de un proyecto de la CIACYT, y nos dan detalles de la técnica óptica y de bajo costo en la que están enfocándose para el desarrollo de un instrumento de bajo costo que analiza las redes funcionales. Estos estudios podrían ayudar en un futuro a detectar enfermedades neurológicas.

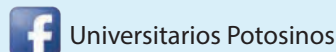
El doctor Andrea Onofri, por su parte, pone sobre la mesa una situación interesante: la creación del lenguaje por acuerdos explícitos, ¿crees que esto sea posible? ¿que los seres humanos se hayan puesto de acuerdo para crear un lenguaje para comunicarse? Suena difícil, ¿no crees? Pues bien, él expone esta hipótesis para adentrarnos en la creación del lenguaje para después plantear otra tomando como base la teoría de juegos, un modelo matemático.

En esta ocasión la invitada en la sección "De frente a la ciencia" es la doctora María Elizabeth López Ledesma, quien nos escribe sobre el derecho internacional público y su fragmentación. <sup>UP</sup>

Encuentra  
nuestros contenidos  
en formato digital



Síguenos:

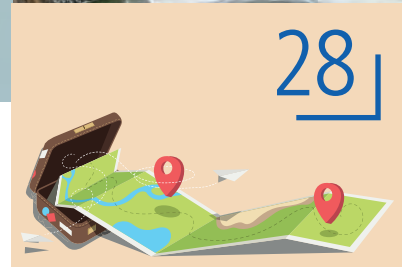
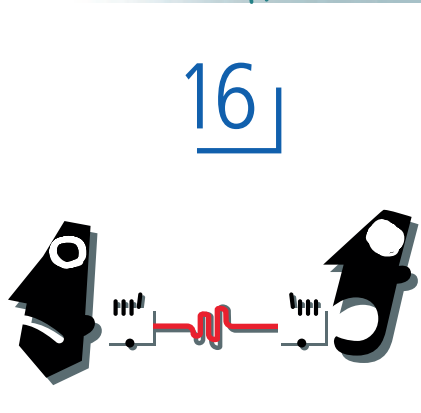
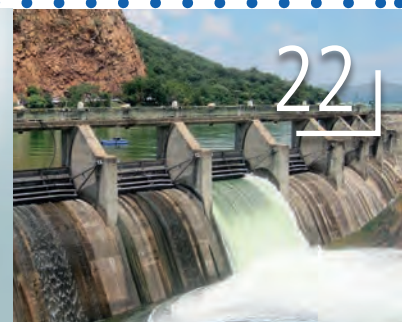
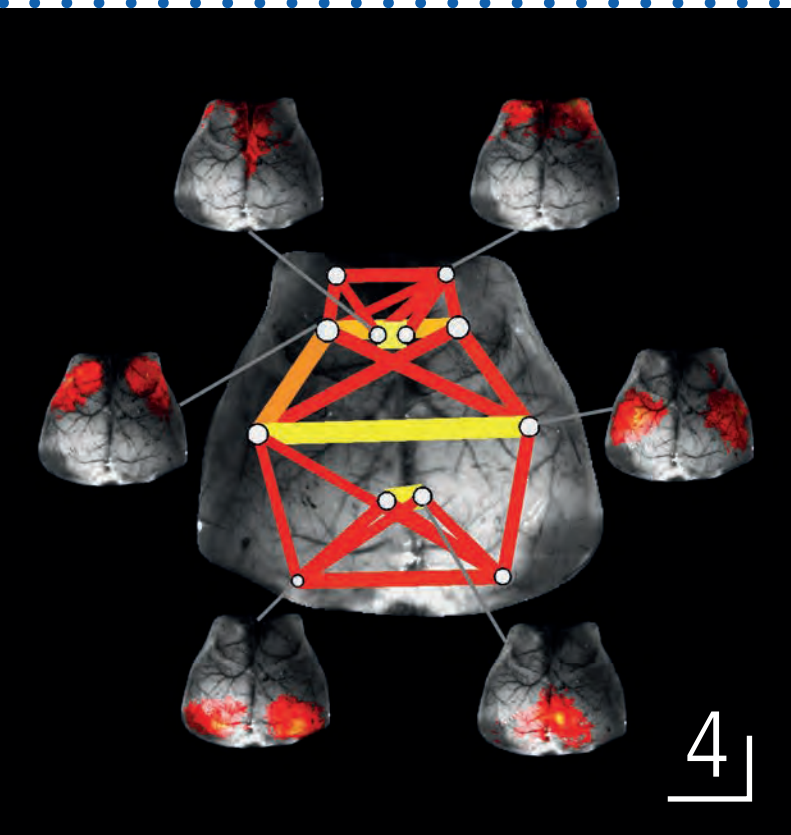


## Artículos

- 4 **La conectividad cerebral mediante técnicas ópticas**  
EDGAR GUEVARA CODINA Y COLS.
- 10 **Influencia de la microbiota intestinal en el sobrepeso y la obesidad**  
PATRICIA DEL ROCÍO TRISTÁN NIETO Y COLS.
- 16 **Problemas de comunicación: lenguaje, filosofía y teoría de juegos**  
ANDREA ONOFRI
- 22 **Tipos de obras hidráulicas y sus crecientes de diseño**  
DANIEL FRANCISCO CAMPOS ARANDA
- 28 **El sector turismo en México, industria aérea y oferta hotelera**  
MARIO GUTIÉRREZ LAGUNES
- 36 **Invisalign: ortodoncia invisible**  
ISABEL FERNANDA MORALES GONZÁLEZ Y COLS.

## Secciones

- 9 **Columna DE FRENTE A LA CIENCIA**  
MARÍA ELIZABETH LÓPEZ LEDESMA
- 42 **Columna DIVULGANDO DE LA TIERRA A LA CIENCIA**  
CINTHIA NÁJERA VÁZQUEZ
- 44 **Protagonista de la química**  
**RAÚL OCAMPO PÉREZ**  
ADRIANA ZAVALA ALONSO
- 46 **NOTICIENCIAS**
- 47 **CALENDARIO CIENTÍFICO**
- 48 **#CIENCIARANDOM**
- 49 **CIENTÍFICO DEL MES**
- 50 **OCIO CON ESTILO**  
**El legado de Whitman**  
MIGUEL MENDOZA





**UASLP**  
Universidad Autónoma  
de San Luis Potosí

SECRETARÍA DE  
**INVESTIGACIÓN  
Y POSGRADO**

# 9<sup>º</sup> Encuentro de **JÓVENES INVESTIGADOR@S** en el estado de San Luis Potosí.

**“Imaginando el futuro de la investigación”**



**4, 11 y 18** de noviembre  
de **17:00 a 19:00** horas



Modalidad **virtual**

Más información



<https://bit.ly/EJI2021>



Recibido: 24.01.2021 • Aceptado: 12.04.2021

Palabras clave: Cerebro, óptica, conectividad, imagenología, neurociencias, óptica.



# La conectividad cerebral mediante técnicas ópticas

EDGAR GUEVARA CODINA

*edgar.guevara@uaslp.mx*

CIACYT, UASLP

CLAUDIA GUEVARA SÁNCHEZ

FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA, UASLP

El cerebro es el órgano más hambriento y voraz de todos los que tiene el ser humano. Aunque solamente representa un dos por ciento de masa corporal, devora el 20 por ciento de las calorías que consumimos (Raichle, 2015). Nuestro cerebro permanece activo siempre, independientemente de si estamos en estado de vigilia, absortos en nuestros pensamientos, soñando despiertos, incluso dormidos o bajo el efecto de la anestesia.

¿Qué pasa dentro de tu cabeza mientras dejas volar tu mente? Aunque pareciera que en nuestro cerebro se activara solamente una especie de protector de pantalla, en realidad permanece bastante ocupado y jamás está en reposo absoluto. Las señales de actividad cerebral suceden constantemente, en distintas regiones del encéfalo, todas interconectadas entre sí a diferentes grados. De cierta manera, nuestro cerebro asemeja una serie de nodos enlazados con distintas rutas que conforman una gran red de transporte.

### **Una red del metro en nuestra cabeza**

Para darnos una idea de la magnitud del proceso de la actividad cerebral, imaginemos un día cualquiera en la CDMX: el metro transporta a más de 4.6 millones de pasajeros a través de 195 estaciones (Gobierno de la Ciudad de México, 2020). Aunque suene impresionante, no es nada comparado con el funcionamiento del cerebro humano, que transporta innumerables señales a través de miles de millones de células, denominadas neuronas.

Para apreciar en toda su amplitud el funcionamiento del cerebro, los científicos necesitan saber qué pasa en las

diferentes regiones cerebrales (estaciones del metro), cómo se conectan esas regiones (líneas del metro) y cómo se comunican entre ellas (horarios del metro).

Mientras los operadores del metro de la CDMX pueden hacer un seguimiento de los trenes y tráfico en tiempo real, los neurocientíficos no poseen un panorama completo del cual extraer dicha información. Sin embargo, con el estudio en animales como los roedores, los científicos han obtenido información altamente detallada sobre las conexiones del cerebro, debido a que los roedores poseen un sistema nervioso, que, aunque menos complejo que el del humano, es similar en muchos aspectos y nos sirve de base para comprender los efectos de distintas condiciones neurológicas.

Sin conocer las interconexiones entre distintas regiones del cerebro es difícil saber cómo funciona y, por ende, encontrar una solución para la epilepsia (Guevara, Pouliot, Nguyen y Lesage, 2013), enfermedades cardiovasculares (Guevara, Sadekova, Girouard y Lesage, 2013; Sadekova, Vallerand, Guevara, Lesage y Girouard, 2013) o lesiones cerebrales (Guevara, *et al.*, 2013; Guevara *et al.*, 2017).

### **Técnicas ópticas para conocer las redes neuronales**

Los 75 millones de neuronas del cerebro de un ratón están conectadas en una estructura similar a los 100000 millones de neuronas del cerebro humano, por lo que el roedor es un modelo útil para entender este atlas de conexiones cerebrales, conocido como conectoma humano. Las técnicas de imagenología registran la actividad neuronal en diferentes regiones, con ellas pueden identificarse redes neuronales a gran escala; sin embargo, a la fecha no se cuenta con la tecnología para identificar las conexiones interneuronales a nivel celular.

### **Electroencefalografía**

Los investigadores se han valido de varias herramientas para crear un mapa de las rutas de comunicación que existen entre las diferentes regiones del cerebro. La primera que viene a la mente es la electroencefalografía, donde se coloca una gorra elástica con contactos que registran las señales eléctricas producidas por las neuronas, las cuales viajan hasta el cuero cabelludo. Es una técnica bastante rápida (de alta resolución temporal), pero no es muy apropiada para encontrar el origen de dichas señales eléctricas (baja resolución espacial).

### Técnicas indirectas para registrar la actividad neuronal

En estas técnicas se aprovecha que las neuronas requieren glucosa como combustible y oxígeno para “quemar” ese combustible y así poder seguir funcionando. La sangre transporta ambos elementos: la glucosa disuelta en el plasma y la hemoglobina que captura y transporta el oxígeno. Si se detectan variaciones locales en las concentraciones de alguno de estos dos elementos, puede obtenerse un indicio indirecto de la actividad cerebral.

### Imagen por resonancia magnética

Desde hace décadas existe una técnica para observar el cerebro en tres dimensiones y con exquisito detalle, se conoce como imagen por resonancia magnética (MRI, por sus siglas en inglés), el cual se basa en las propiedades magnéticas de los núcleos atómicos y funciona mediante máquinas voluminosas que requieren enfriamiento con helio líquido y una infraestructura especial. Como habíamos

mencionado, las neuronas consumen oxígeno cuando se activan, esto hace que aumente la proporción de hemoglobina que ha liberado el oxígeno capturado. Esta molécula se conoce como hemoglobina desoxigenada (HbR) y posee propiedades paramagnéticas, es decir, es afectada levemente por campos magnéticos externos, como los que se producen en una máquina de MRI. Ogawa Lee, Kay y Tank en 1990 aprovecharon este fenómeno para detectar el funcionamiento del cerebro de forma indirecta, y denominaron a esta modalidad MRI funcional (fMRI). Es una técnica sumamente poderosa y versátil, pero requiere aparatos costosos y no es particularmente apta para estudiar modelos de enfermedades en pequeños animales.

### Imagenología óptica de señales intrínsecas

Una alternativa de costo relativamente bajo y especialmente bien adaptada para estudiar modelos de roedores, OIS es su sigla en inglés. Con ayuda de la luz visi-

ble y sus interacciones con el tejido vivo pueden detectarse cambios en la concentración de hemoglobina, tanto desoxigenada (HbR) como oxigenada (HbO). Con el empleo de un sistema de diodos emisores de luz (LED) de colores como verde, rojo o amarillo se ilumina el cráneo del ratón anestesiado, al cual se le removió antes el cuero cabelludo para que la luz pueda atravesar el hueso translúcido del cráneo. El tejido cerebral absorbe una parte de la luz y revela información sobre su estado de oxigenación.

En el Laboratorio Nacional de Ciencia y Tecnología de Terahertz (LANCYTT) de la Coordinación para la Innovación y Aplicación de la Ciencia y la Tecnología (CIACYT), gracias al Fondo de Apoyo a la Investigación C20-FAI-10-23.23, se está desarrollando un instrumento de bajo costo que permite hacer este tipo de estudios sin recurrir a equipo oneroso, como se muestra en la figura 1 (Guevara, Miranda-Morales, Hernández-Vidales, Atzori y González, 2019).

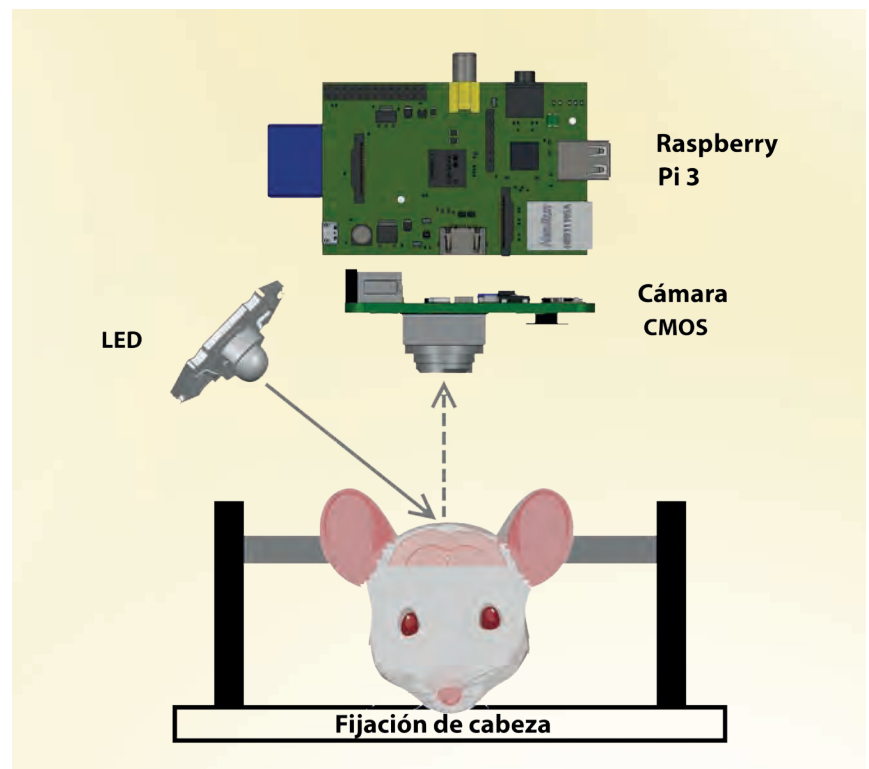


Figura 1. Esquema del montaje experimental, donde se muestra el soporte de fijación para la cabeza del ratón, un LED para iluminación y la cámara conectada a una computadora del tamaño de una tarjeta de crédito, la Raspberry Pi. Imagen modificada de Guevara, Miranda-Morales, Hernández-Vidales, Atzori y González, 2019.



# Una red de metro en nuestra cabeza



Nuestro cerebro permanece activo siempre, incluso si estamos dormidos, soñando despiertos, absortos en nuestros pensamientos o bajo el efecto de la anestesia.



Para darnos una pequeña idea de cómo funciona el cerebro, podemos comparar las señales de actividad cerebral con las redes del metro de la CDMX, ya que transporta a más de 4.6 millones de pasajeros a través de 195 estaciones, y aun así no iguala a las innumerables señales a través de miles de millones de neuronas.



Mientras los operadores del metro de la CDMX pueden hacer un seguimiento de los trenes y tráfico en tiempo real, los neurocientíficos no poseen un panorama completo del cual extraer dicha información.



Con ayuda de técnicas de imagenología se registra la actividad neuronal y pueden identificarse redes neuronales a gran escala; sin embargo, a la fecha no se cuenta con la tecnología para identificar las conexiones interneuronales a nivel celular.



Pero, en el Laboratorio Nacional de Ciencia y Tecnología de Terahertz de la CIACYT, han encontrado (con ayuda de la técnica OIS) una relación entre las alteraciones de la salud y las modificaciones en la conectividad del cerebro y prevén que el estudio de la conectividad cerebral en reposo se convierta, de aquí a pocos años, en un biomarcador no invasivo para detectar enfermedades de índole neurológica en etapas tempranas.





## EDGAR GUEVARA CODINA

Es doctor en ingeniería biomédica por la École Polytechnique de Montréal. Es investigador en la Coordinación para la Innovación y la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología de la UASLP; además, es responsable técnico del proyecto 20884 denominado: "Optimización del diseño y desempeño de capacitores interdigitados mediante aprendizaje automático para descubrir biomarcadores de enfermedad de Parkinson en biofluidos", apoyado dentro del marco de la Convocatoria de Ciencia de Frontera 2019.

Mediante la imagenología óptica pueden observarse mapas del funcionamiento del cerebro con gran detalle, se denominan redes funcionales, las cuales se ilustran en la figura 2. Esta representación de la conectividad cerebral permite responder a la pregunta: ¿Acaso las conexiones entre diferentes regiones del cerebro permiten determinar si existe un estado neurológico anormal?

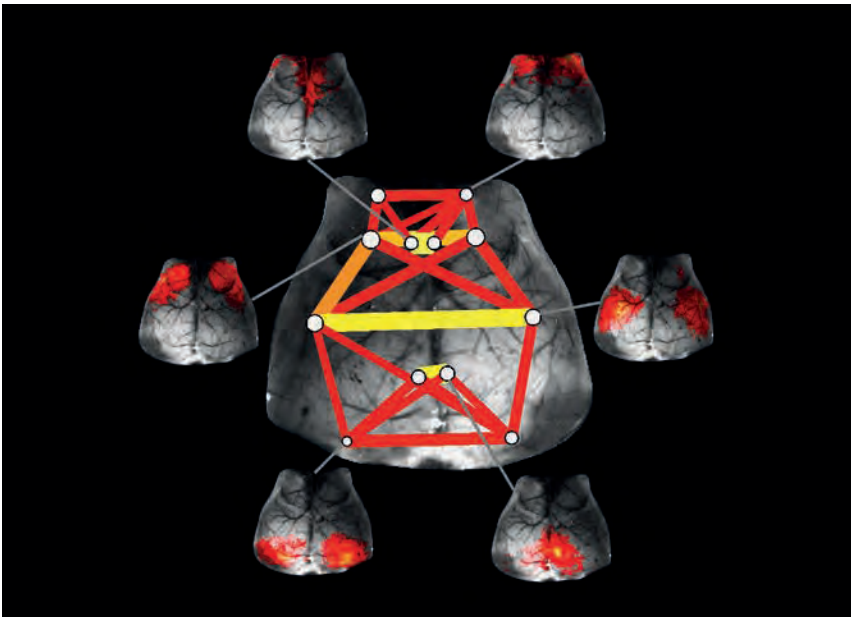
La respuesta a la pregunta anterior es sí, en los estudios que realizan los autores de este artículo han encontrado una relación entre las alteraciones de la salud y las modificaciones en la conectividad del

cerebro. Por ejemplo, esta conectividad disminuye cuando hay una crisis epiléptica (Guevara, Pouliot, Nguyen y Lesage, 2013), en condiciones cardiovasculares donde las arterias se vuelven rígidas (Guevara, Sadekova, Girouard y Lesage, 2013; Sadekova, Vallerand, Guevara, Lesage y Girouard, 2013) o cuando existe una lesión en la materia blanca del cerebro (Guevara, Berti, *et al.*, 2013; Guevara *et al.*, 2017). Dichos hallazgos pueden extenderse al estudio de otras enfermedades y trasladarse a técnicas ópticas aptas para el estudio del cerebro humano, como la espectroscopía en el cercano infrarrojo funcional (fNIRS, por sus siglas en inglés).

## Para finalizar

Al observar el papel de las redes funcionales que interconectan diferentes estructuras cerebrales, se intenta comprender un poco mejor el funcionamiento cerebral para trazar mapas cerebrales que nos puedan servir de guía para entender las diferencias entre cerebros saludables y aquellos que tienen algún daño.

Los autores de este artículo prevén que el estudio de la conectividad cerebral en reposo se convierta, de aquí a pocos años, en un biomarcador no invasivo para detectar enfermedades de índole neurológica en etapas tempranas como ataques epilépticos o lesiones en bebés prematuros, entre otras condiciones que tienen efectos en el cerebro, como las enfermedades cardiovasculares. **UP**



**Figura 2.** Esta imagen muestra las conexiones entre diferentes zonas del cerebro del ratón, así como los mapas de conectividad funcional de varios sistemas corticales, todos ellos obtenidos a partir del mismo registro del cerebro en reposo. Todos los mapas de conectividad funcional se muestran en una escala de colores falsos, superpuestos a una imagen anatómica de la corteza cerebral. Imagen modificada de Guevara (2016).

## Referencias bibliográficas

- Guevara, E., Berti, R., Londono, I., Xie, N., Bellec, P., Lesage, F., y Lodygensky, G. A. (2013). Imaging of an inflammatory injury in the newborn rat brain with photoacoustic tomography. *PLoS ONE*, 8(12), e83045. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0083045>
- Guevara, E., Miranda-Morales, M., Hernández-Vidales, K., Atzori, M., & González, F. J. (2019). Low-cost embedded system for optical imaging of intrinsic signals. *Revista Mexicana de Física*, 65(6), 651–657. <https://doi.org/10.31349/RevMexFis.65.651>
- Guevara, E., Pierre, W. C., Tessier, C., Akakpo, L., Londono, I., Lesage, F., & Lodygensky, G. A. (2017). Altered Functional Connectivity Following an Inflammatory White Matter Injury in the Newborn Rat: A High Spatial and Temporal Resolution Intrinsic Optical Imaging Study. *Frontiers in Neuroscience*, 11(358). <https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00358>
- Guevara, E., Pouliot, P., Nguyen, D. K. y Lesage, F. (2013). Optical imaging of acute epileptic networks in mice. *Journal of Biomedical Optics*, 18(7), 076021–076021. <https://doi.org/10.1117/1.JBO.18.7.076021>
- Guevara, E., Sadekova, N., Girouard, H., & Lesage, F. (2013). Optical imaging of resting-state functional connectivity in a novel arterial stiffness model. *Biomedical Optics Express*, 4(11), 2332–2346. <https://doi.org/10.1364/BOE.4.002332>



## Fragmentación o especificidad del **derecho internacional público**

El derecho internacional público ha transitado diversas etapas en las que ha tenido una trascendental transformación que ha impactado sobre todo a los sujetos que participan en esta rama del derecho, debido a que en su etapa clásica éste se concibió como un derecho estatalista, es decir, en el que sólo participaban los Estados sin dar cabida a otros sujetos, prueba de ello es la redacción de instrumentos internacionales como el de la Convención de Viena sobre el Derecho de Tratados de 1969 (Asamblea General de las Naciones Unidas, 2021), al referirse al concepto de tratado se señala en el artículo 2 de Términos empleados lo siguiente:

1. Para los efectos de la presente Convención.  
a) se entiende por “tratado” un acuerdo internacional celebrado por escrito entre Estados y regido por el derecho internacional, ya conste en un instrumento único o en dos o más instrumentos conexos y cualquiera que sea su denominación particular.

Es manifiesto el requisito de la estatalidad para crear tratados que jurídicamente impactan en el desarrollo convencional de áreas jurídicas como los derechos humanos, en donde también participan organizaciones internacionales.

Años más tarde, en aras de la evolución integradora de este derecho, se impulsó y creó la Convención de Viena sobre el Derecho de los Tratados entre Estados y organizaciones internacionales o entre organizaciones internacionales de 1986 (la cual no entra en vigor por no cumplirse el número de ratificaciones requerido), que complementa y amplía los sujetos que participan en la creación de los Tratados (Naciones Unidas, 2021):

1. Para los efectos de la presente Convención:  
a) se entiende por “tratado” un acuerdo internacional regido por el derecho internacional y celebrado por escrito:  
i) entre uno o varios Estados y una o varias organizaciones internacionales; o  
ii) entre organizaciones internacionales, ya conste ese acuerdo en un instrumento único o en dos o más instrumentos conexos y cualquiera que sea su denominación particular.

Sin embargo, la evolución de este importante rama del derecho cuyo avance se manifiesta no sólo en los sujetos que participan en la creación del derecho convencional, sino en el acceso a jurisdicciones transnacionales ya sean universales o regionales, también en su concepto se denota la voluntad integradora de temas objeto de trato por parte de esta disciplina al imprimir las Naciones Unidas (2021) de contenido señalando que es:

Aquél que define las responsabilidades legales de los Estados en sus relaciones entre ellos, y el trato a los individuos dentro de las fronteras estatales. Sus competencias comprenden una gran variedad de problemas de importancia internacional, entre los que figuran los derechos humanos, el desarrollo, el delito internacional, los refugiados, las migraciones, los problemas de nacionalidad, el trato a los prisioneros, el uso de la fuerza y la conducta durante la guerra. También regula los bienes comunes mundiales, como el medio ambiente, el desarrollo sostenible, las aguas internacionales, el espacio ultraterrestre, las comunicaciones mundiales y el comercio internacional.

Lo más sobresaliente es que esta evolución que venimos señalando se dirige a la dimensión de los

derechos humanos y dota de sentido humanitario a este derecho.

Esta situación ha originado que se insinúe que este derecho internacional público se ha fragmentado por la extensión temática a la que se enfrenta día con día, ya que de ser un derecho con áreas delimitadas como: derecho del mar, derecho aéreo y espacial, derecho de tratados, de sucesión de estados, derecho consular y diplomático, hoy en día vemos la diversidad de derechos que surgen precisamente del ámbito de los derechos humanos.

Es así, que hoy en día contamos también con un derecho internacional de los derechos humanos y a su vez surgen de esta línea el derecho internacional de: los pueblos indígenas, de la cultura, migrantes, las personas de la tercera edad, discapacitados, de la mujer, del trabajo de la educación, humanitario, procesal penal y el catálogo cada vez va en aumento.

Por lo anterior, tomemos una decisión, si el derecho internacional público se ha fragmentado y ha perdido su identidad al ser abundante el desarrollo en temas de derechos humanos o al contrario cada día se especifica en aras de coadyuvar en la protección de los derechos humanos en cada uno de los ámbitos.

Nosotros consideramos que se trata de una de las etapas de creación normativa institucional especializada que como en cualquier otra ciencia jurídica impacta en la norma general y abstracta para interpretarse y aplicarse de forma integral al caso específico de violación de un derecho, por otra parte, esta especificidad es necesaria por las necesidades que cada Estado posee en materia de protección de los derechos humanos. ■

Recibido: 09.12.2020 • Aceptado: 13.04.2021

Palabras clave: Microbiota intestinal, probióticos, prebióticos, obesidad, sobrepeso.

# Influencia de la microbiota intestinal en el sobrepeso y la obesidad

PATRICIA DEL ROCÍO TRISTÁN NIETO  
DANIELA VILLANUEVA GARCÉS  
MÓNICA LUCÍA ACEBO MARTÍNEZ  
*monica.acebo@uaslp.mx*  
FACULTAD DE ENFERMERÍA Y NUTRICIÓN, UASLP



El sobrepeso y la obesidad son considerados un problema de salud pública. A nivel mundial se calcula que el 39 por ciento de las personas mayores de 18 años tienen sobrepeso, y el 13 por ciento tienen obesidad; en población infantil, la Organización Mundial de la Salud (2016) estimó que más de 340 millones de niños y adolescentes tienen sobrepeso y obesidad. México no es ajeno a esta problemática, ya que de acuerdo con la última Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (2018), el país ocupó el primer lugar en obesidad en niños y el segundo lugar en adultos a nivel mundial.

El indicador más usado para diagnosticar obesidad es el índice de masa corporal (IMC), que se obtiene a través de una fórmula muy sencilla, se divide el peso en kilogramos (Kg) entre la talla de la persona elevada al cuadrado (m<sup>2</sup>), (IMC = Kg/ m<sup>2</sup>), un IMC de 25 a 29.9 kg/m<sup>2</sup> indica que la persona tiene sobrepeso y un IMC de  $\geq$  30 Kg/ m<sup>2</sup> indica que la persona tiene obesidad.

De acuerdo con la OMS (2016), el sobrepeso y la obesidad se definen como un “aumento excesivo de grasa corporal” en relación con la talla de la persona, que conduce a un exceso de morbilidad.

La prevalencia de sobrepeso y obesidad causa preocupación no sólo por el impacto epidemiológico, también porque son consideradas patologías metabólicas, por ende, tienen una relación directa con enfermedades crónicas no transmisibles, es decir, las comorbilidades metabólicas y físico-mecánicas como diabetes tipo 2, hipertensión arterial, síndrome metabólico, dislipidemia, síndrome de ovario poliquístico, osteoartritis, apnea nocturna, depresión y algunos tipos de cáncer.

Existen diferentes factores asociados al sobrepeso y a la obesidad como tener antecedentes de familiares con sobrepeso u obesidad, una baja actividad física, hábitos de alimentación asociados a una elevada ingesta de alimentos con alta carga energética, principalmente los elaborados a partir de ingredientes procesados y que no

contienen ingredientes frescos conocidos como “ultraprocesados”, aunque a menudo están influenciados por factores ambientales y de estilos de vida. Los cuales cada vez tienen mayor peso al determinar un ambiente obesogénico, es decir, un entorno en el que se tienen cerca alimentos nocivos para la salud.

En este contexto, identificar los factores implicados en el desarrollo de dichas enfermedades es fundamental para elaborar estrategias de intervención más eficaces.

En los estudios de Farías, Silva y Rozowski (2011) y Schwiertz, Taras, Schafer, Beijer, Bos, Donus y Hardt (2010) se ha encontrado que la microbiota intestinal es un factor implicado en la regulación del peso corporal y las enfermedades asociadas a la obesidad, dada su influencia en las funciones metabólicas e inmunológicas.

### **¿Qué es la microbiota intestinal?**

El término *microbiota* hace referencia al conjunto de los microorganismos (bacterias, hongos, arqueas, virus y parásitos) presentes en un entorno definido. En cada una de las diferentes zonas de nuestro organismo podemos encontrar ecosistemas microbianos complejos que varían según su entorno. A la microbiota situada en el tracto intestinal, por ejemplo, se le denomina microbiota intestinal, es una de las comunidades más densamente pobladas, complejas y diversas, particularmente en el ciego (bolsa que conecta el intestino delgado con

el colon), donde la cantidad de microorganismos es la mayor de nuestro organismo. Resalta la particular importancia de tres familias de bacterias: *Firmicutes* (gram-positivos), *Bacteroidetes* (gram-negativos) y *Actinobacterias* (gram-positivos). Las *Firmicutes* se encuentran en mayor proporción con más de 200 géneros de los cuales los más importantes son los *Mycoplasma*, *Bacillus* y *Clostridium*.

Cada persona tiene una microbiota intestinal diferente. Antes de nacer, el intestino es estéril y se coloniza por completo durante el primer año de vida. Los bebés que fueron alimentados con leche materna tienen una mayor cantidad de especies de *Bifidobacterium*, y los que fueron alimentados con fórmula, mayor cantidad de bacteroides. Existen diversos factores que modifican la microbiota con el tiempo, estos factores van desde el tipo de parto, la lactancia materna, la edad, los hábitos dietéticos, uso de antibióticos y factores ambientales.

### **Funciones de la microbiota intestinal**

La microbiota intestinal juega un papel activo en múltiples procesos corporales, así que es esencial para el buen funcionamiento del organismo. En cuanto a la actividad bioquímica del cuerpo, se considera que la microbiota intestinal es esencial, ya que interviene en la obtención de energía, generación de compuestos absorbibles y regula los aspectos de inmunidad innata y adquirida. Participa en el desarrollo, estimulación y maduración del sistema inmunitario para proteger al cuerpo de la invasión de patógenos, bacterias y virus. También de procesos inflamatorios crónicos, entre ellos la obesidad, al considerarse un factor en la regulación del peso corporal y las enfermedades asociadas a la obesidad, entre otras funciones.

La microbiota lleva a cabo funciones favorables para la nutrición del ser humano: mejora la digestión, juega un papel activo en la fermentación de carbohidratos principalmente complejos (polisacáridos y oligosacáridos), beneficia en la absorción de calcio, magnesio y hierro, la recuperación de energía en forma de ácidos grasos de cadena corta y la producción de vitaminas K, B12, Biotina, B9 y ácido pantoténico.

### **Función de la microbiota con el sistema inmunológico y la regulación de la inflamación**

Es importante saber que el epitelio intestinal se compone de una sola capa densa de enterocitos a lo largo de

las vellosidades de la cripta y tiene uniones intercelulares estrechas, ya que este tiene un papel importante en la microbiota intestinal.

La función que enfrenta el sistema inmune de la mucosa del huésped es discriminar entre patógenos y organismos no malignos mediante la estimulación protectora de la inmunidad, sin generar una respuesta inflamatoria excesiva que pudiera alterar la integridad de la mucosa gastrointestinal.

La barrera epitelial es un sistema biológico físico-químico que se compone de un epitelio intestinal cubierto por una mucosa compuesta de glicoproteínas de mucina y péptidos antibacterianos. También contiene altas concentraciones de inmunoglobulina A (IgA).

La inmunoglobulina A secretora (S-IgA) favorece el mantenimiento de las bacterias y la neutralización de patógenos invasores a través de diferentes mecanismos, se adquiere mediante la lactancia materna durante los primeros meses de vida. Lo cual se ha relacionado con menor incidencia en infecciones gastrointestinales, así como con otras enfermedades en niñas y niños alimentados con lactancia materna. Además, actúa para mantener un ambiente antiinflamatorio al separar las respuestas microbianas en el sistema inmune de la mucosa intestinal para lograr una mejor tolerancia en la microbiota intestinal normal.

Para que la reacción inmunitaria tenga lugar, los antígenos deben ser presentados a las células T, estas células forman parte del sistema inmune, son linfocitos, glóbulos blancos que se originan en la médula ósea y maduran en el timo (ubicado en la parte superior del pecho), se caracterizan por su capacidad para ayudar a proteger al cuerpo al identificar y atacar patógenos invasores (Chávez Sánchez, Rojas-Lemus, Fortoul van der Goes y Tenorio Zumárraga, 2017). Las células presentadoras de antígenos son los macrófagos, las células dendríticas y los propios linfocitos B. Las células dendríticas son las principales presentadoras antigénicas, ya que juegan un papel fundamental en la regulación de la respuesta inmune. Éstas salen de la lámina de los órganos linfoides secundarios para poder regular la respuesta inmune, a través de diversos mecanismos y la liberación

de citoquinas para ayudar a mantener en equilibrio la respuesta inmunológica. Es por eso que la microbiota intestinal puede ser considerada como un órgano del cuerpo humano (Alarcón, González y Castro 2016; Chávez, 2013; Farías, Silva y Rozowski, 2011).

El sistema inmune intestinal ha utilizado múltiples estrategias, interconectadas y con diferentes funciones de una manera específica para evitar que haya un daño al epitelio causado por el sistema inmune alterado y de esta forma la salud del huésped resulte beneficiada. Por ello es importante que exista un equilibrio entre la microbiota y el epitelio intestinal, evidenciado en el mantenimiento de un estado de salud óptimo en la persona.

### **Alteraciones en la microbiota intestinal y su relación con la salud-enfermedad**

Hay factores que influyen sobre la microbiota intestinal, extrínsecos e intrínsecos:

- a) Factores extrínsecos. La carga bacteriana del ambiente, hábitos y tipos de alimentos, estrés, consumo regular de medicamentos como antiinflamatorios, laxantes y antiácidos. La administración de antibióticos impacta de forma considerable el equilibrio de la microbiota intestinal, ya que reduce drásticamente las poblaciones dominantes y favorece la emergencia de patógenos oportunistas; asimismo, la microbiota se ve afectada por la radioterapia y la quimioterapia.
- b) Factores intrínsecos. La carga genética, fisiología del huésped y nutrición endógena. Estos factores pueden conducir a la disbiosis.

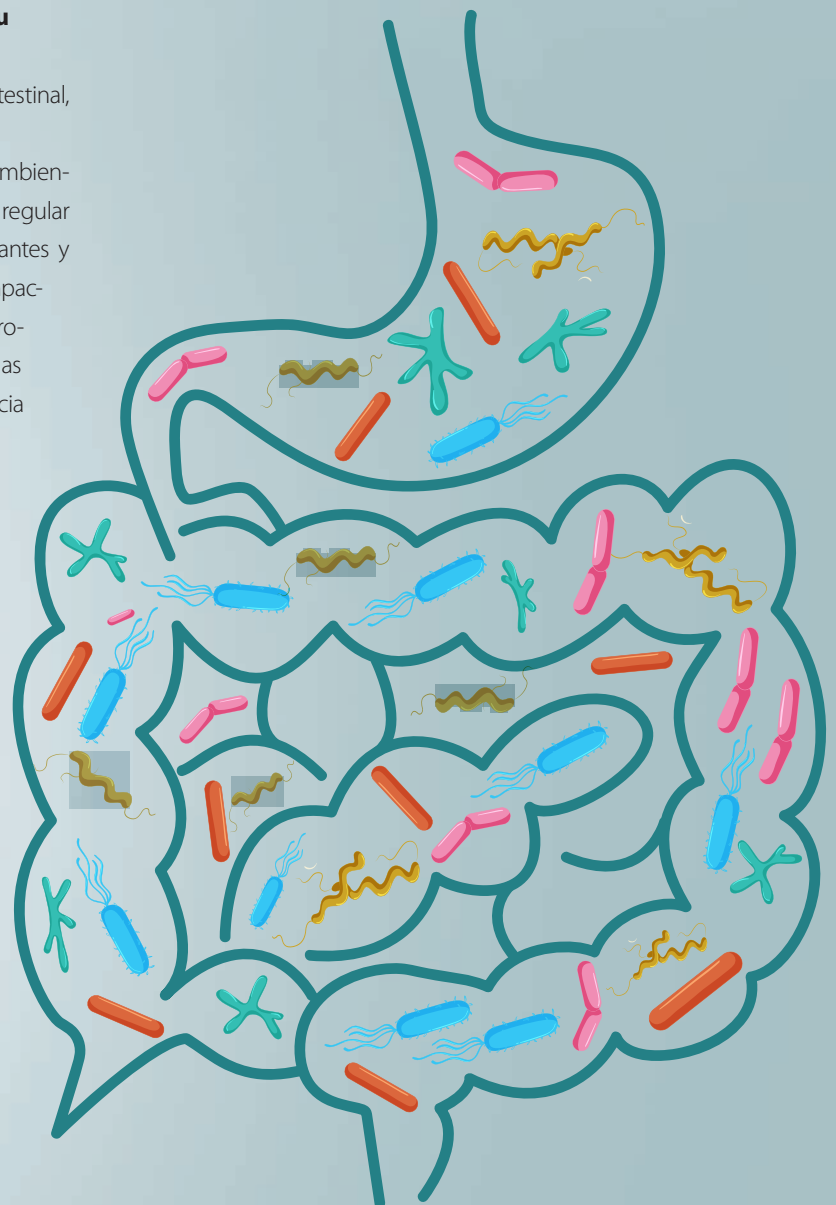
Se le denomina disbiosis a las alteraciones de la microbiota intestinal y respuestas adversas del hospedero, en otras palabras, es el desequilibrio en la flora intestinal. La disbiosis se ha asociado con padecimientos como el asma, enfermedades inflamatorias crónicas, obesidad y esteatohepatitis no alcohólica (EHNA).

Las dietas caracterizadas por una ingesta elevada de grasa y bajo contenido en fibra, pueden contribuir a una disbiosis en la microbiota

intestinal, lo que conduce a la reducción de la integridad de la barrera intestinal; alteración que a su vez puede predisponer a la obesidad.

### **La composición de la microbiota intestinal, el sobrepeso y obesidad**

La asociación entre la microbiota intestinal y el desarrollo de sobrepeso y obesidad surge de observaciones de estudios realizados en ratones (Farías, Silva, y Rozowski, 2011), en donde se encontró que, a partir de realizar un trasplante de deposiciones, había un aumento de tejido adiposo. En otros estudios en ratones se observó una distinta composición de la microbiota intestinal entre ratones obesos deficientes de leptina y ratones normo peso.



Una de las formas que tiene el intestino de comunicarse con el hipotálamo, además del sistema nervioso, es mediante la secreción de hormonas que controlan el balance energético. Las hormonas intestinales (grelina, oxintomodulina, péptido YY, GLP-1 y polipéptido pancreático) tienen un papel importante en el mantenimiento del equilibrio energético al modular la absorción de nutrientes, la movilización de las reservas de grasa del tejido adiposo y la regulación del apetito.

### Interacciones del eje intestino-cerebro

La grelina es un péptido producido en el estómago que se encarga de activar la sensación de hambre para aumentar el apetito y la ingesta de alimentos. Este péptido incrementa antes de consumir alimentos.

El péptido YY (PYY), el péptido similar al glucagón-1 (GLP-1) y la oxintomodulina (OXM) son las encargadas de dar la señal del apetito dentro del hipotálamo al detectar una carga de nutrientes orales. El polipéptido pancreático (PP) también va a mandar la señal de saciedad al hipotálamo. Estas hormonas son secretadas después de consumir alimentos y están influidas por la microbiota intestinal.

De acuerdo con estudios realizados en ratones, la presencia de obesidad se relaciona con una mayor cantidad de bacterias *Firmicutes* y menor cantidad de *Bacteroides*. En estudios realizados en personas con obesidad (Farías, Silva y Rozowski, 2011) se encontró que tras seguir

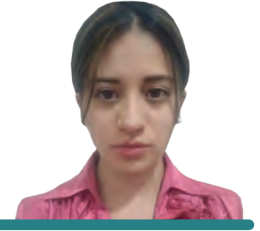
una dieta hipocalórica (en hidratos de carbono y lípidos), mostraron incrementos positivos en las proporciones de bacteroidetes paralelos a la pérdida de peso corporal durante el periodo de intervención de un año.

La obesidad se puede correlacionar con una menor diversidad bacteriana, pues las personas poco activas y con obesidad tienden a presentar una menor diversidad microbiana, que se acompaña de mayor adiposidad, resistencia a la insulina y un fenotipo inflamatorio más pronunciado comparado con aquellos individuos que presentan una alta diversidad microbiana.

Estudios han demostrado que la microbiota intestinal de las personas con obesidad y diabetes tipo 2 está alterada, pues la microbiota contribuye al inicio de la resistencia a la insulina, debido a que la disminución de la microbiota productora de butirato podría causar una disminución de las incretinas (GLP-1 y GLP-2) y PYY, de modo que disminuye la secreción de insulina postprandial (aumentando la glucemia postprandial), disminuye la captación de glucosa por parte de los tejidos, por lo que, a largo plazo induce una resistencia a la insulina e hiperglucemia. Un aumento de bacterias productoras de butirato podría mejorar los signos de la diabetes tipo 2.







## Efectos de los probióticos y prebióticos en el sobrepeso y la obesidad

### ¿Qué son los prebióticos?

Son conocidos como una clase especial de fibras alimentarias que aumentan el número de bacterias beneficiosas en el intestino, también son consideradas como el alimento para los probióticos. Los más comunes son inulina, galactooligosacáridos y fructanos. Los podemos encontrar en alimentos de origen vegetal como ajo, cebolla, alcachofas, jícama, espárragos, plátano y otras frutas.

### ¿Qué son los probióticos?

La OMS, FAO y ONU definen a los probióticos como microorganismos vivos que si se administran en cantidades adecuadas, confieren beneficios para la salud del huésped. Los probióticos tienen un efecto directo en la microbiota intestinal, modulan su composición y, posiblemente, su funcionalidad, si no se consume la cantidad adecuada de prebióticos, no tendrá el mismo efecto en el organismo. Los más comunes son los lactobacilos y bifidobacterias, podemos encontrarlos en productos fermentados como: yogurt, kéfir, quesos fuertes y en cápsulas.

Se ha demostrado que el consumo de probióticos se asocia a una mayor concentración de bacterias gram-positivas y a una disminución de las gramnegativas, con una disminución de los niveles del lipopolisacárido (LPS) circulante que es el mayor componente de la membrana externa de las bacterias gramnegativas y desempeña una función importante en la activación del sistema inmune al constituir el antígeno superficial más importante de este tipo de bacterias, lo cual podría disminuir el desarrollo de endotoxinas en el torrente sanguíneo y, por ende, el desarrollo de obesidad y resistencia insulínica. A su vez, un consumo adecuado de prebióticos tiene beneficios sobre la ingesta y diversos parámetros metabólicos gracias a que el aumento de las bacterias gram-positivos se

correlaciona con una disminución del LPS, y, por ende, se normaliza la inflamación.

Como ya se ha visto, la microbiota intestinal juega un rol determinante en el control del peso corporal, el metabolismo lipídico y las enfermedades asociadas a la obesidad (diabetes, hipertensión arterial, dislipidemias, síndrome metabólico, enfermedades cardiovasculares, entre otras).

## Conclusiones

La microbiota intestinal aporta grandes beneficios en el tracto gastrointestinal, sin embargo, factores como hábitos alimenticios no saludables, estrés, enfermedades, consumo de medicamentos como antibióticos, antiinflamatorios, laxantes y antiácidos impactan el equilibrio de la microbiota intestinal, lo que conduce a una disbiosis, que a su vez puede predisponer a la obesidad. Evidencias científicas demuestran una relación positiva entre la microbiota intestinal y la obesidad, por lo que mejorar hábitos alimenticios, realizar actividad física diaria, llevar un estilo de vida relajado, evitar consumo de alcohol e incorporar alimentos con prebióticos y probióticos a la alimentación mantiene el equilibrio de la microbiota intestinal. **BP**

### Referencias bibliográficas:

- Alarcón, P., González, M. y Castro, E. (2016). Rol de la microbiota gastrointestinal en la regulación de la respuesta inmune. *Revista Médica de Chile*, 144(7), pp. 910-916. Recuperado de: <https://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872016000700013>
- Inegi, INSP y SS. (2018). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. México: Inegi, Instituto Nacional de Salud Pública y Secretaría de Salud.
- Farías, M. M., Silva, C. y Rozowski, J. (2011). Microbiota intestinal: papel en la obesidad. *Revista Chilena de Nutrición*, 38(2), pp. 228-233. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182011000200013>
- Fontané, L., Benaigies, D., Goday, A., Llauradó, G. y Botet, P. (2018) Influencia de la microbiota y de los probióticos en la obesidad. *Clínica e Investigación en Arteriosclerosis*. 30(6), pp. 271-279. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0214916818300482#!caza>
- Chávez, M. E. (2013). Microbiota intestinal en la salud y la enfermedad Gut microbiota in health and disease. *Revista de Gastroenterología en México*. (78)4. pp. 240-248. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0375090613001468>

Recibido: 01.03.2021 • Aceptado: 22.04.2021

Palabras clave: Lenguaje, filosofía, teoría de juegos, comunicación, convención.



# Problemas de comunicación: lenguaje, filosofía y teoría de juegos

ANDREA ONOFRI  
[andrea.onofri@uaslp.mx](mailto:andrea.onofri@uaslp.mx)  
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES, UASLP

Considera la siguiente situación. Tú y yo queremos inventar un lenguaje, quizás para pasar el tiempo, quizás porque necesitamos comunicarnos por medio de un código secreto. La tarea será más o menos ardua, dependiendo del tipo de lenguaje que queremos inventar, pero tenemos una herramienta a disposición: el lenguaje que ya hablamos (el español, en nuestro caso). Podemos entonces comunicarnos en español para definir las características de nuestro nuevo lenguaje, como sus reglas gramaticales y su léxico. Por ejemplo:

Yo: Llamemos al perro *cat*, ¿te parece?

Tú: No me gusta, mejor *dog*

Hay que tomar en cuenta que este tipo de solución requiere que tú y yo tengamos de antemano un lenguaje común, que usaremos para ponernos de acuerdo sobre nuestro nuevo lenguaje. Por ejemplo, la conversación de arriba sólo puede llevarse a cabo si tú conoces el significado de la palabra *perro* en español; de no ser así, no podrías entender lo que te estoy proponiendo. Como escribió el filósofo británico Bertrand Russell (1921): “We can hardly suppose a parliament of hitherto speechless elders meeting together and agreeing to call a cow a cow and a wolf a wolf” (p. 113).

Para crear un lenguaje por medio de un acuerdo explícito, como en el ejemplo de arriba, debemos entonces tener un lenguaje anterior. Pero ¿cómo se formó este lenguaje anterior? Si fue por acuerdo explícito, tendremos otra vez que explicar cómo fue posible dicho acuerdo. Este es un caso que en filosofía llamamos regreso al infinito: no todo lenguaje puede haberse originado por un acuerdo explícito, ya que esto implicaría una serie infinita de acuerdos de este tipo. Algunos lenguajes deben entonces haberse formado de otra manera. De hecho, esto aplica a muchos lenguajes, incluso el nuestro; el español no nació en una serie de reuniones entre hablantes que quisieran inventar un nuevo idioma.

Pero, si no es por medio de un acuerdo explícito, ¿de qué otra manera podría formarse un lenguaje? Como Aristóteles (*Categoriae et Liber de Interpretatione*, 1949) y

otros autores han señalado, el lenguaje parece ser una convención humana. Por ejemplo, la decisión de utilizar una palabra en lugar de otra es convencional. En español decimos *perro* y en inglés decimos *dog*, pero ninguna de estas expresiones es mejor que la otra y ambas cumplen su función, siempre y cuando sean usadas de manera uniforme por los hablantes del idioma correspondiente (si alguien usara la palabra *dog* para referirse a los gatos, esto afectaría la posibilidad de comunicarnos exitosamente). Encontramos las mismas características en otras convenciones humanas, como las que rigen el sentido de la circulación vial. En México conducimos por el lado derecho de la carretera y en Inglaterra lo hacen por el lado izquierdo, pero las dos reglas son igualmente buenas; lo único que importa es que sean usadas de manera uniforme en el país en cuestión (si alguien condujera por el lado izquierdo en México sería peligroso para él y para los demás conductores).

Parece entonces natural clasificar al lenguaje como una convención. Sin embargo, también parece necesario que haya un acuerdo explícito que permita introducir una convención en una comunidad. Por ejemplo, para introducir la convención de conducir por el lado derecho, parece necesario que los legisladores manifiesten su consenso explícito al respecto. Pero ya hemos visto que no todo lenguaje puede haberse formado por medio de un acuerdo de este tipo. Enfrentamos entonces un dilema (un predicamento común en filosofía): ¿cómo

explicar el carácter de convención del lenguaje sin caer en un regreso al infinito?

El filósofo estadounidense David Lewis intentó ofrecer una nueva solución a este antiguo problema en su libro *Convention* (1969). La obra ha tenido un gran impacto en filosofía del lenguaje y en otras disciplinas (cabe mencionar que Lewis tenía apenas 28 años cuando el libro fue publicado). Lewis trata de demostrar cómo una convención puede formarse sin que haya un acuerdo explícito. En la primera parte de la obra, se ofrece un análisis general de lo que es una convención, para luego enfocarse en el caso específico de las convenciones lingüísticas. Si una comunidad pudiera establecer una convención lingüística sin acuerdo explícito, tendríamos una solución a nuestro problema inicial, pero ¿cómo es posible establecer una convención de esta forma?

La solución de Lewis está inspirada en la teoría de juegos, una rama de la teoría de las decisiones. Un juego es una interacción entre dos o más agentes donde el éxito final de la interacción depende de las decisiones de ambos jugadores. Cada jugador tratará de predecir la decisión del otro para poder tomar la mejor decisión. Hay diferentes tipos de juegos. En algunos de ellos, los jugadores tienen intereses totalmente opuestos: entre más favorable sea el resultado para uno de los jugadores, menos lo será para el otro, y viceversa (véase Ross 2019 para una introducción accesible a este tema). Un ejemplo de este tipo de juegos es el de tres en raya, donde cualquier jugada que favorece a un jugador desfavorece al otro. Un juego donde los intereses de los jugadores son parcialmente opuestos es el famoso dilema del prisionero. Imagina que la policía ha arrestado a dos personas, sabiendo que cometieron un robo a mano armada juntos. No hay evidencia suficiente para condenarlos por este crimen, pero sí para condenarlos a dos años de cárcel por el robo del carro que usaron. El inspector hace entonces una oferta a cada prisionero: si tú confiesas que ambos realizaron el robo a mano armada y tu compañero no confiesa, él será condenado a 10 años y tú serás libre. Si ambos confiesan, ambos serán condenados a 5 años. Si ninguno de los dos confiesa, serán ambos condenados a dos años por robar el carro. Ningún jugador sabe qué decisión tomó su compañero.

Los resultados de las posibles decisiones de los dos jugadores pueden representarse así:

		Jugador II	
		Confesar	No confesar
Jugador I	Confesar	-5, -5	0, -10
	No confesar	-10, 0	-2, -2

Las dos opciones del Jugador I (confesar y no confesar) están representadas a la izquierda de la tabla, las del Jugador II arriba de la tabla. Cada celda representa el resultado de una combinación de acciones de los dos jugadores; por ejemplo, la celda que se encuentra abajo a la izquierda representa lo que va a pasar si el Jugador I no confiesa y el Jugador II confiesa. Los números negativos indican los años de cárcel que el jugador recibirá, así que -10 representa el peor resultado posible (10 años de cárcel) y 0 el mejor resultado posible. Los dos números en cada celda representan los años de cárcel que recibirán el Jugador I y el Jugador II, respectivamente; por ejemplo, la celda de abajo a la izquierda indica que, si deciden actuar de esta forma, el Jugador I recibirá 10 años de cárcel y el Jugador II ninguno.

Observa ahora la celda de arriba a la izquierda. Dada la decisión del Jugador I (confesar), el Jugador II no podría obtener un mejor resultado si cambia su decisión, o sea, decidiendo no confesar, ya que esto resultaría en 10 años de cárcel en lugar de 5. Lo mismo aplica a la decisión del Jugador I, dada la decisión del Jugador II. Este tipo de combinación es llamado equilibrio de Nash: dadas las estrategias de los otros jugadores, ningún jugador podría mejorar su resultado cambiando su estrategia. En el dilema del prisionero, sólo hay un equilibrio de Nash; al examinar las otras tres combinaciones posibles, verás que ninguna de ellas cumple con nuestra definición, (esto tiene consecuencias importantes, tanto en filosofía como en otras ramas, pero no podremos examinarlas aquí). El nombre equilibrio de Nash hace referencia al Premio Nobel John Nash, cuyo trabajo pionero representó una aportación fundamental a la teoría de juegos (Nash 1950, 1951).

En otros juegos, los agentes involucrados tienen intereses comunes, de ahí que, si uno de ellos toma la mejor decisión, esto beneficiará a todos. Lewis llama a estos juegos problemas de coordinación. Los problemas de coordinación son especialmente importantes para Lewis, quien ve la comunicación humana como un problema de este tipo. De hecho, Lewis mismo observa (1969, p. 3) que su propuesta está basada en el estudio de los juegos de coordinación realizado por Thomas Schelling (Schelling 1960), otro ganador del Premio Nobel.

Un ejemplo de un problema de coordinación es decidir de cuál lado de la carretera conducir, ya que a los conductores les interesa evitar una colisión y esto dependerá de la decisión de cada uno de ellos. La colisión se evitará en cuanto, digamos, dos conductores manejen por el mismo lado, que puede ser el derecho o izquierdo de la carretera. Podemos entonces representar la situación así:

		Jugador II	
		Conducir por el lado derecho	Conducir por el lado izquierdo
Jugador I	Conducir por el lado derecho	1, 1	0, 0
	Conducir por el lado izquierdo	0, 0	1, 1

Donde 1 representa un resultado positivo (ningún riesgo de colisión) y 0 representa un resultado negativo (riesgo de colisión). Observa cómo en este juego hay dos equilibrios de Nash: si los demás conducen por el lado derecho me conviene conducir por el lado derecho, pero esto cambia si los demás conducen por el lado izquierdo. Afortunadamente, en países como México e Inglaterra es sencillo predecir por cuál lado conducirán los demás, gracias a la existencia de convenciones consolidadas, comúnmente conocidas e

incluso oficializadas por las leyes del país en cuestión. Esto permite que los conductores solucionen su problema de coordinación de una manera segura y eficiente.

¿Debe una convención de este tipo ser introducida por medio de un acuerdo explícito? No necesariamente, observa Lewis (1969, cap. 1). Imagina un pueblo aislado y con pocos habitantes, donde todavía no existe una convención sobre el sentido de la circulación vial. Una persona A decide conducir por el lado derecho; toma su decisión de manera aleatoria, ya que no sabe por cuál lado conducirán sus conciudadanos. La persona B observa la conducta de A y decide hacer lo mismo, ya que por lo menos esto evitará una colisión en caso de encontrar a A. Por las mismas razones, la persona C decide conducir por el lado derecho después de haber observado a A y B. Lo mismo pasa con los demás integrantes de la población (D, E, etcétera), así que poco a poco se establece en el pueblo la convención de conducir por el lado derecho. Puede haber muchas pruebas y errores (y colisiones) en el proceso; puede ser que haya alternativas más seguras y eficientes para establecer nuestra convención, por ejemplo, un acuerdo explícito entre los habitantes. Aun así, el ejemplo indica que, bajo condiciones favorables, una convención puede establecerse sin acuerdo explícito.

¿Podría ocurrir algo similar con las convenciones lingüísticas? Empecemos con algo más sencillo, una forma de comunicación que Lewis llama señalar (*signaling*). Retomemos uno de los ejemplos de Lewis (1969, p. 129), imagina que se ha instalado un semáforo automático en el cruce entre dos calles de nuestro pueblito. El semáforo muestra luz roja a los que vienen de una calle y luz verde a los que vienen de la otra; la luz cambia después de un tiempo determinado. Ahora supongamos que no hay ninguna convención vigente que indique cómo interpretar los colores rojo y verde, ni siquiera por parte de los que instalaron el semáforo; simplemente se instaló para que los conductores lo usaran como referencia y desarrollaran su propia regla, reduciendo así el riesgo de accidentes en el cruce. Al no tener una convención previa, los conductores enfrentan un problema de coordinación: “¿debería detenerme o pasar si el semáforo está en rojo?”. De manera aleatoria, un conductor A decide detenerse cuando el semáforo está en rojo para él; otro conductor B decide entonces aprovechar la ocasión y pasar el cruce; otras personas (C, D, E...) observan

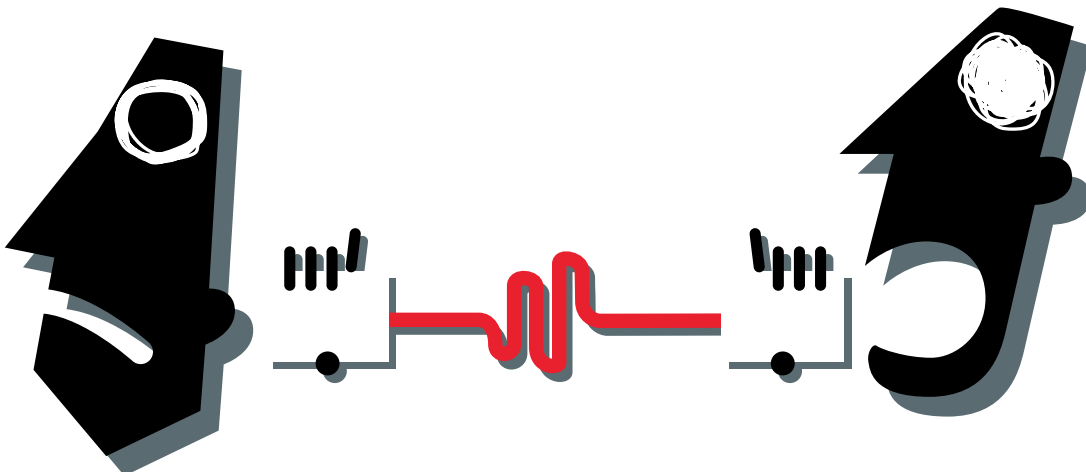
lo sucedido. Por el éxito de esta primera interacción, cada uno de los conductores presentes (A, B, C, D, E...) decide emplear la misma estrategia en futuras ocasiones (rojo → detenerse, verde → pasar), esperando que los demás hagan lo mismo. Al observar esto, otros conductores eligen la misma estrategia para evitar colisiones con los del primer grupo. La convención (rojo → detenerse, verde → pasar) llega así a consolidarse progresivamente en la comunidad.

Ahora parece que los colores rojo y verde tienen un significado para los miembros de la comunidad, es decir, se han convertido en señales (*signals*): rojo quiere decir detenerse y verde quiere decir pasar. Pero los colores no tenían ningún significado cuando el semáforo fue instalado, fue algo que adquirieron. Y es importante notar cómo lo adquirieron: no fue por algún acuerdo explícito, sino por una serie de decisiones de los conductores, que reforzaron poco a poco la convención hasta que finalmente ésta llegó a establecerse. Así, un sistema de señales puede formarse sin necesidad de un acuerdo explícito. Si esto aplica a las señales, ¿no podría pasar lo mismo con otra herramienta comunicativa, o sea el lenguaje humano?

La idea de Lewis es fascinante, pero enfrenta también varios retos. Lewis mismo señaló uno de ellos: nuestro lenguaje es mucho más complejo y flexible que un sistema de señales (Lewis 1969, pp. 160-161). La explicación de arriba podría entonces fracasar si se aplica al lenguaje, incluso suponiendo que funcione para sistemas comunicativos más sencillos, como las señales de tránsito. Sea como sea, el caso de las señales presenta sus propios problemas. Skyrms (1996, p. 84) evidencia uno de ellos. En el ejemplo del semáforo, considera el primer encuentro entre los conductores A y B. El semáforo está en rojo para A y en verde para B; A decide detenerse; B pasa el cruce sin inconvenientes. Imagina ahora un segundo encuentro. El semáforo está

otra vez en rojo para A y en verde para B, pero B podría tener dudas sobre qué decisión tomará A esta vez: "Es posible que, por el color del semáforo, A repita la decisión anterior; en este caso, yo podría pasar sin problema. Pero es también posible que A decida pasar el cruce, esperando que yo me detenga para regresarle el favor; en este caso, debería detenerme para evitar una colisión". Al no tener una respuesta segura, es prudente que B se detenga, aunque el semáforo esté otra vez en verde para él. Es decir, ninguno de los conductores tiene conocimiento suficiente sobre los demás, como para poder prever qué harán; será entonces mejor detenerse, en cualquier caso, haciendo caso omiso del color del semáforo. Bajo estas condiciones, la convención de pasar con el verde no podría formarse en esta comunidad, ni tendría el color verde algún significado para sus integrantes.

A pesar de estas dificultades, muchos autores han retomado las ideas de Lewis, desarrollándolas en nuevas direcciones e intentando solucionar los problemas antes mencionados. Una propuesta interesante e influyente ha sido elaborada por Brian Skyrms en una serie de trabajos (1996; 2010). Skyrms propone aplicar a las ideas de Lewis algunas nociones tomadas de la teoría evolutiva de juegos. En esta rama de la teoría de juegos, el mismo tipo de interacción (o sea, el mismo juego) se repite a lo largo del tiempo. Los jugadores participantes pertenecen a una población y usan una estrategia en el juego; las mejores estrategias son "premiadas" y se difunden en la población, las peores son "penalizadas" y se vuelven menos comunes. La teoría evolutiva de juegos se ha aplicado en diferentes ramas, por ejemplo, en la teoría de la selección natural en biología: si una especie actúa de manera más exitosa que otra, esto puede incrementar su capacidad de reproducirse, así que el comportamiento de la especie



Es doctor en filosofía por la University of St. Andrews, St. Andrews, Reino Unido. Cuenta con estudios posdoctorales en el Instituto de Investigaciones Filosóficas de la UNAM y por la University of Graz, Graz en Austria. Es profesor de tiempo completo y coordinador de la Licenciatura en Filosofía en la Facultad de Ciencias Sociales y Humanidades de la UASLP, en donde desarrolla investigaciones sobre el problema filosófico de la comunicación.




podría en el futuro volverse más común en la población en cuestión.

Skyrms argumenta que esta nueva perspectiva puede ayudar con los problemas de la teoría de Lewis. Volvamos al ejemplo del semáforo. En este caso, lo que no permite que la convención se consolide es la falta de conocimiento recíproco en los jugadores. Pero, observa Skyrms (1996, cap. 5; 2010, cap. 2), la comunicación no es un privilegio de nuestra especie, ya que muchas otras especies son capaces de comunicar con señales de diferentes tipos. ¿Cómo lo hacen? En muchos casos, (por ejemplo, las bacterias) es evidente que los miembros de la especie no tienen conocimiento en absoluto, ya que carecen de las capacidades cognitivas necesarias. Aun así, pueden comunicarse (por ejemplo, las bacterias lo hacen mediante señales químicas). Esto sugiere que la comunicación por medio de señales no requiere conocimiento recíproco por parte de los jugadores, sino un mecanismo de otro tipo.

¿Podría esto ayudar con el problema del semáforo? Imagina que, a la hora de acercarse al cruce, cada conductor tuviera una estrategia predeterminada (por ejemplo, una estrategia codificada en sus características genéticas). Algunos emplean la estrategia: rojo → detenerse, verde → pasar. Pero hay otros que se detienen en cualquier caso (es decir, hacen caso omiso del color del semáforo); finalmente, hay otros que pasan en cualquier caso (otra vez haciendo caso omiso del color). La primera estrategia parece superior a las otras, ya que la segunda obliga a todos los conductores presentes a gastar su tiempo esperando y la tercera conlleva una gran cantidad de accidentes. Bajo las condiciones adecuadas, la primera estrategia se reproduce entonces de manera más exitosa que las demás, por el beneficio otorgado a los jugadores que la emplean. Poco a poco, la estrategia empieza a difundirse en la población, hasta que es adoptada por todos sus miembros. La convención (rojo → detenerse, verde → pasar) se ha consolidado y los colores actúan ahora como señales,

y todo esto sin apelar a conocimientos ni acuerdos explícitos por parte de los jugadores!

¿Es posible aplicar una solución de este tipo en el caso del lenguaje humano, que es considerablemente más complejo que muchos sistemas de señales? Responder a esta pregunta de manera rigurosa requeriría una discusión mucho más extensa, que involucra tanto modelos matemáticos como consideraciones filosóficas (ver Planer y Godfrey-Smith, 2020, para una reseña más detallada); lo que he expuesto es, en el mejor de los casos, una serie de hipótesis interesantes y ejemplos sugerentes. A pesar de sus limitaciones, espero que esta exposición haya despertado tu interés en la reflexión filosófica sobre el lenguaje. Y espero también haber mostrado cómo un antiguo problema filosófico puede ser abordado con herramientas científicas, como la teoría de juegos y la teoría de la selección natural; intentos de este tipo son importantes si queremos que la filosofía sea integrada en una visión más amplia del mundo y no corte sus vínculos con otras disciplinas. 

### Agradecimientos

A todos los que asistieron a mis ponencias sobre estos temas en Graz, Ciudad de México, Valencia y (en modalidad virtual) París. Muchas gracias a la doctora Erika Torres por la revisión formal del texto.

### Referencias bibliográficas:

- Aristóteles, (1949). *Categoriae et Liber de Interpretatione*, (Minio Paluello, L. Ed.). Oxford: Clarendon Press.  
 Nash, J. (1950). Equilibrium Points in n-Person Games. *Proceedings of the National Academy of Science*, pp. 48-49.  
 Russell, B. (1921). *The Analysis of Mind*. London: George Allen & Unwin.  
 Schelling, T. (1960). *Strategy of Conflict*. Cambridge: Harvard University Press.  
 Skyrms, B. (1996). *Evolution of the Social Contract*. Cambridge: Cambridge University Press.

Recibido: 06.12.2020 • Aceptado: 17.04.2021

Palabras clave: Obras hidráulicas, crecientes de diseño.

# Tipos de obras hidráulicas y sus crecientes de diseño

DANIEL FRANCISCO CAMPOS ARANDA  
[campos\\_aranda@hotmail.com](mailto:campos_aranda@hotmail.com)  
PROFESOR JUBILADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA, UASLP



## El origen de las crecientes

En términos generales, la porción centro-sur de la República mexicana se localiza en la zona de influencia de los ciclones o huracanes que se originan en los océanos Atlántico y Pacífico. La porción norte la afectan los frentes fríos. Ambos fenómenos meteorológicos generan lluvias de gran magnitud que producen crecientes o avenidas máximas, las cuales inundan extensas regiones y ponen en peligro las obras hidráulicas. Ante tal panorama que se repite cada año en diversas zonas del país, resulta evidente la necesidad de estudiar las crecientes para formular medidas de protección y mitigación de los daños sociales, ambientales y económicos que producen sus inundaciones (Aldama, Ramírez, Aparicio, Mejía-Zermeño y Ortega-Gill, 2006).

## Tipos de obras hidráulicas

Las obras hidráulicas permiten el aprovechamiento de los recursos hídricos y brindan protección a la sociedad contra sus extremos: crecientes y sequías. Las crecientes son los caudales o gastos máximos ( $m^3/s$ ) de un río o arroyo y las sequías son los lapsos en los cuales las lluvias y el volumen de escurrimiento ( $m^3$ ) del río o arroyo disminuye o desaparece.

Las obras hidráulicas de aprovechamiento más importantes son los embalses, desde un punto de vista hidrológico simple se clasifican en grandes y pequeños. Los grandes embalses son decenas, operan de manera multianual y tienen diversos usos. Lo anterior significa que guardan agua de los años húmedos y la aprovechan en los años secos, en riego, usos industriales y urbanos, generación de energía hidroeléctrica, entre otros; además, controlan o reducen las crecientes, por almacenamiento o por el tránsito en su vaso o lago que forman. Debido a su tamaño, su ruptura o

colapso origina una catástrofe de enormes proporciones que no puede ser permitida.

En cambio, los embalses pequeños son miles, su operación es anual y por lo general tienen un único propósito: el riego. Guardan agua de la época de lluvias y la utilizan en el siguiente estiaje. Su ruptura o colapso causaría una gran destrucción local, por lo tanto debe ser evitada.

Las principales obras hidráulicas de protección son los diques o muros de contención, los cuales evitan el desbordamiento del río en sus planicies de inundación y permiten el uso agrícola o recreativo de tales áreas. Generalmente acompañan a estas obras las rectificaciones y canalizaciones. Los puentes son obras de cruce de carreteras y ferrocarriles y su dimensionamiento hidrológico correcto evita su destrucción o los daños superficiales o laterales en el terraplén de la carretera o ferrocarril, debido a su tamaño reducido.

También son obras hidráulicas de protección todas las estructuras del drenaje urbano y las presas de control de crecientes y las presas rompepicos. Las primeras almacenan la creciente de diseño de manera temporal y la liberan con un gasto pequeño; las segundas la reducen debido a su tránsito en su vaso de almacenamiento.

## Tipos de crecientes de diseño y periodo de retorno

El proceso de estimación del impacto posible de los eventos hidrológicos extremos en una obra hidráulica y la selección de sus dimensiones y de la política de operación para su funcionamiento correcto, se conoce como diseño hidrológico. El concepto asociado a las obras hidráulicas para evitar daños que lleven a su ruptura o colapso, se denomina seguridad hidrológica (Aldama, Ramírez, Aparicio, Mejía-Zermeño y

Ortega-Gill, 2006). Existen otros conceptos asociados a la seguridad estructural y al funcionamiento hidráulico, pero están fuera del alcance de este artículo.

Para el caso de los diques o muros de contención, el dimensionamiento hidrológico de los puentes y algunas obras del drenaje urbano se basa exclusivamente en el caudal o gasto máximo ( $X$ ) asociado a una baja probabilidad de ser excedido o creciente de diseño. El concepto clásico de probabilidad de un evento, se define como el cociente del número de casos favorables ( $ncf$ ) a tal evento, entre el número de casos posibles ( $ncp$ ) a dicho evento, por ello varía de cero a uno. Debido al manejo anual de los datos de la variable  $X$ , la probabilidad de excedencia  $F_x(x)$  se corresponde con el recíproco del periodo de retorno ( $T_x$ ) en años; ya que en cada año se tiene,  $ncf=1$  y  $ncp=TX$ ; por lo cual, se tiene:

(1)

$$T_x = \frac{1}{F_x(x)} = \frac{1}{1 - F_x(x)}$$

En la expresión anterior,  $F_x(x)$  es la probabilidad de no excedencia que se estima con el modelo probabilístico utilizado para realizar las predicciones buscadas o crecientes de diseño.

En cambio, para todos los embalses, estanques urbanos, presas de control y rompepicos, su dimensionamiento hidrológico requiere el hidrograma de la creciente de diseño, ya que su funcionamiento y desempeño es diferente, si el hidrograma es esbelto (gasto pico grande y volumen escaso) o aplanado (gasto pico bajo y gran volumen). El hidrograma de la creciente es la gráfica que define la evolución en el tiempo (abscisas) del gasto o caudal (ordenadas). Tiene cuatro características o variables básicas: gasto pico, volumen (área

bajo el hidrograma), tiempo al gasto pico y duración total.

### Estimación de las crecientes de diseño univariadas

Los métodos hidrológicos de estimación de crecientes se dividen en dos grandes grupos: hidrometeorológicos y probabilísticos. Los primeros se aplican por subcuencas y utilizan los datos de lluvia de las estaciones pluviográficas y pluviométricas para definir las tormentas de diseño, las cuales se transforman en gastos o caudales, mediante la modelación matemática del proceso lluvia-escurrecimiento. Los hidrogramas parciales se trasladan e integran el hidrograma buscado.

Los métodos probabilísticos son más confiables y exactos, pero requieren datos de las crecientes máximas anuales observadas en el sitio del proyecto. Cuando sólo procesan datos de los caudales o gastos máximos anuales, esta técnica estadística se conoce como análisis de frecuencias de crecientes (AFC) y consiste en representar al registro disponible de gastos máximos anuales por una función de distribución de probabilidades (FDP), con base en tal modelo probabilístico se realizan las inferencias buscadas o predicciones de un determinado periodo de retorno.

El AFC consta de los siguientes cuatro pasos: 1) verificación de la calidad estadística del registro disponible de crecientes; 2) selección de una FDP; 3) adopción de un método de estimación de los parámetros de ajuste de la FDP, comúnmente el método de momentos, el de máxima verosimilitud o el de los momentos L y 4) contraste de las diversas FDP ajustadas y de su método de estimación de parámetros, para seleccionar la más conveniente a los datos disponibles. Esto último, generalmente se realiza a través de los errores estándar de ajuste y absoluto medio.

### Estimación de las crecientes de diseño bivariadas

Como ya se indicó, una creciente es un evento hidrológico extremo multivariado. Al respecto, se ha demostrado que los embalses no son sensibles al valor del tiempo, al gasto pico y que la duración total está relacionada con el volumen (V); de manera que estas dos variables (Qp y V) son suficientes para definir, de manera aproximada, el hidrograma de la creciente de diseño.

Lógicamente, el análisis bivariado de las crecientes es el más simple del enfoque multivariado y, sin embargo, conlleva diversas complicaciones matemáticas: 1) se requiere emplear una FDP bivariada; 2) su validación requiere la estimación de las probabilidades empíricas bivariadas; 3) ahora existen probabilidades conjuntas y condicionales y 4) hay que definir un periodo de retorno conjunto, para el cual existen infinitas parejas de valores de Qp y V que lo satisfacen.

### Modelos probabilísticos bivariados

La primera distribución bivariada utilizada fue la normal, definida según su función de densidad de probabilidad (fdp) (Yue, 1999):

$$f(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_y\sqrt{1-\rho^2}} \exp\left[-\frac{q}{2}\right] \quad -1 < \rho < +1 \quad (2)$$

siendo:

$$q = \frac{1}{1-\rho^2} \left[ \left(\frac{x-\mu_x}{\sigma_x}\right)^2 - 2\rho\left(\frac{x-\mu_x}{\sigma_x}\right)\left(\frac{y-\mu_y}{\sigma_y}\right) + \left(\frac{y-\mu_y}{\sigma_y}\right)^2 \right] \quad (3)$$

donde,  $\mu_x$ ,  $\mu_y$ ,  $\sigma_x$  y  $\sigma_y$  son las medias y desviaciones estándar de las variables normales X y Y, que se estiman con el método de momentos. El coeficiente de correlación entre X y Y es  $\rho$  y se estima con la expresión:

(4)

$$\rho = \frac{E\left[\left(\frac{x-\mu_x}{\sigma_x}\right)\left(\frac{y-\mu_y}{\sigma_y}\right)\right]}{\sigma_x \sigma_y}$$

Para estimar la probabilidad de no excedencia conjunta  $F(x, y)$  asociada a un par de datos X y Y, primero se deben transformar en variables normales Qp y V, después deben calcularse los cinco parámetros de ajuste ( $\mu_x$ ,  $\sigma_x$ ,  $\mu_y$ ,  $\sigma_y$ ,  $\rho$ ), para realizar la integral doble de cero a X, Y de la ecuación 2. Tal integración se lleva a cabo numéricamente (Yue, 1999), debido a que no existe solución explícita.

La siguiente distribución bivariada que se ha aplicado en el AFC conjunto, fue la que tiene marginales tipo Gumbel o doble exponencial (Shiau, 2003; Yue y Rasmussen, 2002). Este modelo probabilístico es explícito, ya que está definido según su FDP conjunta, esta es:

(5)

$$F(x, y) = \exp\left\{-\left[-\ln F_x(x)\right]^m + \left[-\ln F_y(y)\right]^m\right\}^{1/m} \quad (m \leq 1)$$

donde,  $F_x(x)$  y  $F_y(y)$  son las FDP marginales de las variables aleatorias X y Y, cuyas expresiones son:

(6)

$$F_x(x) = \exp\left[-\exp\left(-\frac{x-u_x}{a_x}\right)\right] \quad (x \leq 0)$$

(7)

$$F_y(y) = \exp\left[-\exp\left(-\frac{y-u_y}{a_y}\right)\right] \quad (y \leq 0)$$

siendo,  $u$  y  $a$  los parámetros de ubicación y escala de cada distribución Gumbel; sus expresiones de acuerdo con el método de momentos, en función de la media (M) y desviación estándar (S) insesgada de la muestra o registro de Qp y V, son:

(8)

$$a = 0.7797 \cdot S$$

(9)

$$u = M - 0.5772 \cdot a$$

Por último,  $m$  es el parámetro de asociación que describe la dependencia entre las dos variables aleatorias, su expresión es:

(10)

$$m = \frac{1}{\sqrt{I \cdot p}} \quad (0 \leq p \leq 1)$$

### Verificación de las distribuciones marginales

En la distribución normal bivariada, al utilizar registros de  $Qp$  y  $V$  que no tengan valores extremos dispersos ni presencia de dos poblaciones mezcladas, la transformación potencial garantiza que sigan el modelo normal de las marginales. En cambio, para la distribución Gumbel bivariada es necesario verificar previamente que los registros de  $Qp$  y  $V$  aceptan tal modelo. Al dibujarlos en el papel de probabilidad Gumbel-Powell, usando la ecuación 11, deben definir una línea recta de manera aproximada.

### Estimación de probabilidades empíricas

Las probabilidades empíricas univariadas y bivariadas se estimaron con base en la fórmula de Gringorten (ecuación 11), la cual conduce a probabilidades de no excedencia ( $p$ ) insesgadas para la distribución Gumbel. Tal fórmula es:

11)

$$p = \frac{i - 0.44}{n + 0.12}$$

en la cual,  $i$  es el número de cada dato, cuando están ordenados de manera progresiva y  $n$  es el número total de ellos, o amplitud en años del registro procesado de  $Qp$  y  $V$ .

Para la estimación de las probabilidades empíricas bivariadas, se siguió el mismo principio que aplica para la ecuación 11, pero se trabajó en el plano bidimensional, con los datos ordenados en forma progresiva; los gastos pico ( $Qp$ ) en los renglones y los volúmenes ( $V$ ) en las columnas. El plano formado es un cuadrado de  $n$  por

$n$  casillas, con  $n$  casillas en su diagonal principal, cuando el número de orden del renglón es igual al de la columna. Después cada pareja de datos anual ( $Qp$  y  $V$ ) se localiza en el plano bidimensional y la casilla definida por la intersección del renglón y columna, se identifica con el número  $i$  que corresponde al año histórico dibujado.

Cuando las  $n$  parejas de datos están dibujadas, se busca el año 1 y se define un área rectangular o cuadrada de valores menores de  $Qp$  y de  $V$ , cuyo conteo de casillas numeradas dentro es  $NM_i$  o combinaciones de  $Qp$  y  $V$  menores. Calculados los  $n$  valores de  $NM_i$ , se aplica la fórmula de posición gráfica de Gringorten, para calcular la probabilidad conjunta empírica:

(12)

$$F(x,y) = P(Q \leq q, V \leq v) = \frac{NM_i - 0.44}{n + 0.12}$$



## Validación de la distribución bivariada

La relación entre las probabilidades conjuntas teóricas (ecuación 2 ó 5) y las empíricas (ecuación 12) del  $Q_p$  y el  $V$ , permiten definir la validez de la distribución bivariada propuesta. La forma más simple de representarlas consiste en llevar al eje de las abscisas la probabilidad de no excedencia empírica y en el eje de las ordenadas la teórica; lógicamente cada pareja de datos define un punto que coincide o se aleja de la recta a 45°. La inspección de la gráfica descrita y el valor del coeficiente de correlación, en estos casos, superior a 0.98, ratifican la validez del modelo probabilístico conjunto utilizado.

El test de Kolmogorov–Smirnov con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) del 5 por ciento, permite aceptar o rechazar la máxima

diferencia (*dif*) entre las probabilidades conjuntas. Para evaluar la estadística ( $D_n$ ) del test, la cual es función del número de datos ( $n$ ), se utiliza la expresión siguiente (Meylan, Favre, y Musy, 2012):

13)

$$D_n = \frac{1.358}{\sqrt{n}}$$

Si *dif* es menor que  $D_n$  se acepta el modelo probabilístico conjunto propuesto.

### Periodo de retorno conjunto

Validada la distribución bivariada, puede estimarse el periodo de retorno conjunto del evento ( $X, Y$ ), que está asociado al caso en que ambos límites son excedidos ( $X > x, Y > y$ ), su ecuación es (Aldama, Ramírez, Aparicio, Mejía-Zermeño y Ortega-Gill, 2006; Shiau, 2003; Yue y Rasmusen, 2002):

(14)

$$T'(x, y) = \frac{1}{F(x, y)} = \frac{1}{1 - F(x, y) - F_x(x) - F_y(y)}$$

La aplicación de la fórmula anterior requiere el uso de las ecuaciones 5 a 10, en caso de aplicar la distribución Gumbel bivariada; de menor complejidad numérica.

### Eventos de diseño

Como ya se indicó, el AFC bivariado conduce a través de la ecuación 14 del  $T'(x, y)$ , a una infinidad de combinaciones de gasto pico y volumen que generan el mismo periodo de retorno conjunto y por ello, existen muchas crecientes o hidrogramas que producirán diferentes efectos en el embalse que se diseña o revisa; se adoptará por seguridad, el que genere las condiciones más críticas, severas o desfavorables (Aldama, Ramírez,



Realizó el Doctorado en Ingeniería con especialidad en Aprovechamientos Hidráulicos en la Facultad de Ingeniería de la UNAM. Obtuvo la medalla Gabino Barreda que otorga la UNAM y el Premio Nacional Francisco Torres H. de la Asociación Mexicana de la Hidráulica. Es profesor jubilado de la UASLP.



Aparicio, Mejía-Zermeño y Ortega-Gill, 2006). Lo anterior, debido a las diferentes características físicas del vertedor y vaso de cada embalse. Para formar el hidrograma, conociendo los valores de  $Qp$  y  $V$ , existen diversos métodos teóricos y empíricos.

### A manera de conclusión

En nuestro país, por su localización geográfica ocurren anualmente crecientes severas en diversas regiones, las cuales generan daños y ponen en peligro a las obras hidráulicas de aprovechamiento y de protección.

Las obras hidráulicas de protección, como los diques o muros de contención, los puentes y algunas estructuras del drenaje urbano, se dimensionan hidrológicamente con base en las crecientes de diseño, que son caudales o gastos máximos del río o arroyo asociados a bajas probabilidades de ser excedidos; es decir, altos periodos de retorno. Se estiman con el AFC univariado.

En cambio, todos los tipos de embalses y de presas de control de crecientes, se diseñan hidrológicamente por medio del hidrograma de la creciente de diseño, el cual puede ser definido a través del AFC bivariado, procesando registros de gasto pico y volúmenes de las crecientes anuales, de forma conjunta.

Adoptado el periodo de retorno conjunto de acuerdo con la magnitud y peligrosidad del embalse, se estiman decenas de parejas de gasto pico y volumen anual de las crecientes que lo cumplen y con cada una se construye un hidrograma, que al transitarlo por el embalse define niveles y descargas factibles de ocurrir, así que se seleccionan las condiciones más extremas, severas o desfavorables. De esta manera se incorporan en el diseño hidrológico las características físicas del embalse bajo estudio o revisión. **LP**

### Referencias bibliográficas:

- Aldama, A. A., Ramírez, A. I., Aparicio, J., Mejía-Zermeño, R. y Ortega-Gil, G. E. (2006). *Seguridad hidrológica de las presas en México*. Morelos: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- Meylan, P., Favre, A. C. y Musy, A. (2012). Validation of the model. En Meylan, P., Favre, A. C. y Musy, A. (Eds.) *Predictive Hydrology. A Frequency Analysis Approach*, (pp. 103-117). Florida: CRC Press. Boca Raton.
- Shiau, J. T. (2003) Return period of bivariate distributed extreme hydrological events. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 17(1-2), pp. 42-57.
- Yue, S. (1999) Applying Bivariate Normal Distribution to Flood Frequency Analysis. *Water International*, 24(3), pp. 248-254.
- Yue, S. y Rasmussen, P. (2002) Bivariate Frequency Analysis: Discussion of Some Useful Concepts in Hydrological Application. *Hydrological Processes*, 16(14), pp. 2881-2898.

Recibido: 02.03.2021 • Aceptado: 26.04.2021

Palabras clave: Crecimiento económico, hotelería, industria aérea, PIB.

# El sector turismo en México, industria aérea y oferta hotelera

MARIO GUTIÉRREZ LAGUNES

*mario.gutierrez.lagunes@uaslp.mx*

UNIDAD ACADÉMICA MULTIDISCIPLINARIA ZONA MEDIA, UASLP



El turismo mundial había experimentado un crecimiento sostenido hasta antes de la pandemia causada por el coronavirus, ya que en muchos países esta actividad era el principal pilar económico. Hablar de turismo es hablar de diferentes actividades ligadas al desarrollo local, regional y nacional, ya que impactan a un número creciente de nuevas actividades pertinentes en la cadena de valor, por lo que la perspectiva globalizada que se vive de manera constante hace que el turismo sea fundamental en el desarrollo económico de un país.

La Organización Mundial del Turismo (UNWTO, 2019) declaró que hubo un aumento de tráfico de pasajeros internacionales de un 5 por ciento en 2018, hasta alcanzar la cuota de los 1 400 millones. En el mismo documento se afirma que, de la mano de la misión de conservación de la biodiversidad y del medio ambiente, la tendencia de viaje de los consumidores se debe a que algunos de ellos viajan para cambiar, enseñar, porque están en la búsqueda de una vida más sana, realizan viajes en solitario o multigeneracionales, y tienen una mayor conciencia de la sostenibilidad.

La actividad turística también ha sido reconocida como una vía para disminuir la pobreza en países en vías de desarrollo, mediante la apertura de empleos en áreas rurales y urbanas. De acuerdo con datos de la Organización Mundial del Turismo en su reporte del 2011, tres cuartos de los dos billones de personas vivían bajo condiciones de pobreza extrema. Autores como Gökavali y Bahar (2006) y Lee y Chang (2008) han demostrado que el turismo contribuye al crecimiento económico de un país, además del potencial económico que ingresa por medio de las divisas, generación de empleo, impuestos, entre otros; además, muchos gobiernos lo usan para promover el crecimiento económico del país.

#### **Panorama económico global de la industria aérea**

De acuerdo con la proyección hecha por Airbus Global Market Forecast (Lange, 2019), el crecimiento de la clase media se dará más rápido en los países emergentes, las cifras pronostican el 60 por ciento para el 2028, lo equivalente a 5 060 millones personas, sólo para ejemplificar, se estima que dichas personas puedan viajar para el año 2038. En el mismo año Airbus reportó 66 ciudades clasificadas como megaciudades aviación, por atraer en el 2018 el 40 por ciento de todos los pasajeros, la Ciudad de México fue una de ellas. El rol del transporte aéreo es clave para continuar conectando ciudades y a su gente, principalmente de los mercados emergentes.

En 2014, la Asociación de Transporte Aéreo Internacional (IATA, por sus siglas en inglés), la cual representa a 240 líneas aéreas aproximadamente, sostuvo que el beneficio global de la industria seguía una tendencia positiva. Sin embargo, deben tomarse en cuenta los factores que afectan la rentabilidad de la industria aérea:

a) Mejora del desempeño de las aerolíneas. Lo anterior mediante mejoras constantes en su estructura. La consolidación y las *joint ventures* en los mercados de larga distancia están generando mayores eficiencias, lo anterior se refleja en los factores de ocupación. El factor promedio de ocupación se espera que alcance el 80.4 por ciento en los próximos años.

b) Tendencia del mercado de pasajeros. El transporte aéreo de pasajeros es muy sólido, a pesar del relativamente débil crecimiento económico. Se espera que el crecimiento global de pasajeros se mantenga fuerte a pesar de que los viajes premium han caído, la aviación sigue siendo un negocio muy atractivo.

c) Combustible. Sus costos han bajado a raíz de la caída del precio del petróleo, por lo que la inversión en aviones con un consumo reducido de combustible es uno de los factores que ha mejorado la eficiencia de combustible.

2019: BRICS y otros			
	Población		PIB per capita
	Habitantes	%	USD/año
Brasil	211,049,527	2.8	8,717
Rusia	144,373,535	1.9	11,585
India	1,366,417,754	17.8	2,104
China	1,397,715,000	18.2	10,262
Sudáfrica	58,558,270	0.8	6,001
Alemania	83,132,799	1.1	46,259
Corea del Sur	51,709,098	0.7	31,762
Francia	67,059,887	0.9	40,494
Indonesia	270,625,568	3.5	4,136
Japón	126,264,931	1.6	40,247
España	47,076,781	0.6	29,614
México	127,575,529	1.7	9,863
Chile	18,952,038	0.2	14,896
EUA	328,239,523	4.3	65,281
<b>Total Mundial</b>	<b>7,673,533,972</b>		

Así, el aumento de la población en Asia y el poder adquisitivo de sus países ha ocasionado un crecimiento del tráfico aéreo en la región Asia-Pacífico que se ha reflejado en el turismo internacional.

Cuadro 1.

Población y PIB per cápita de Brasil, Rusia, India, China, Sudáfrica y otros países

Fuente: Elaboración propia con datos de CountryMeters y el Banco Mundial.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Francia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
España	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	4	4	4	3	3	3	3	2	2
EUA	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
China	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4
Italia	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Reino Unido	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	8	8	8	8	6	7	10
México	7	7	8	8	7	8	8	10	10	10	10	10	13	15	9	9	8	6	7
Alemania	10	10	10	9	8	9	7	7	9	8	8	8	7	7	7	7	7	9	8
Ucrania						13	11	8	7	12	13	14	14	14					
Turquía	16	18	16	15	12	7	12	9	8	7	6	6	6	6	6	6	10	8	6
Hungría		11			18	20													
Austria	11	9	9	7	10	10	9	12	12	11	12	11	11	13	13	12	11	11	12
Canadá	8	8	7	10	11	12	13	14	15	15	15	18	16	17	17	18	17	18	18
Suiza	19	17																	
Polonia	12	12	14	14	15	15	17	17	19	18	18	19	18	18	18	19	20	19	
Rusia	9					11	10	13	13	13	11	12	9	9	12	11	15	16	16
Malasia	14	15	15	17	13	14	14	11	11	9	9	9	10	11	11	14	12	15	15
Tailandia	17	19	18	18	19	18	18	18	18	17	16	15	15	10	14	10	9	10	9

Cuadro 2.

Ranking mundial de turismo

Fuente: Elaboración propia con datos de la Organización Mundial de Turismo.



# El sector turismo en México, economía y oferta hotelera

La actividad turística es una de las vías para disminuir la pobreza en países en vías de desarrollo, como el nuestro, según la Organización Mundial del Turismo.



El crecimiento de la clase media en los países emergentes hará que la industria aérea también lo haga, debido a la mayor posibilidad económica de viajar.



En 2018, México estuvo posicionado en el séptimo lugar en el ranking mundial de turismo y las principales ciudades con hoteles cinco estrellas fueron: Quintana Roo, la Ciudad de México y Baja California Sur.



La pandemia ocasionada por el COVID-19 afectó la economía mundial, y en México se espera que el proceso de vacunación (que ya ha iniciado) ayude a que el turismo se adapte de manera paulatina a la nueva normalidad, y se empiece el camino a la recuperación económica.



Un poco más del 40 por ciento de la población mundial está distribuida en tres países: China, India y Estados Unidos de América (EUA), el poder económico de estos países se ha manifestado de diversas formas, una de ellas es la demanda de servicios de transporte aéreo eficiente y económico.

### Situación en México

Con el dinamismo global que tiene en la actualidad la industria aérea, también las aerolíneas mexicanas deben adecuarse para estar al mismo ritmo que exige el sector turismo, por lo que las estrategias que siguen las aerolíneas mundiales como fusiones, alianzas, códigos compartidos, entre otras, son conducentes a sobrevivir en una industria muy competitiva. No debe dejarse de lado la existencia de un mercado de pasajeros potencial que exige calidad y precio y que hoy las aeronaves tienen una antigüedad promedio de 10 años, en comparación con la que tenían en 2010, que era de 18 años (Dirección General de Aeronáutica Civil, 2014).

Algunos beneficios que tienen las aerolíneas al contar con una flota moderna es, sin duda, el ahorro de combustible

por la volatilidad en el precio del mismo, el tiempo de traslado de origen-destino, así como la disminución del costo del mantenimiento mayor de las aeronaves.

De las aerolíneas mexicanas, la principal es Aeroméxico, la cual posee el 41.7 por ciento del mercado doméstico de México y domina el 79.8 por ciento de los vuelos internacionales. Aeroméxico y subsidiarias operan más de 500 vuelos diarios con 70 destinos en cuatro continentes.

### Oferta hotelera y turismo

Las inversiones que llegan al sector turismo ayudan a México a ser más competitivo para un mercado cada vez más exigente, manteniéndose entre los primeros 10 lugares a nivel mundial durante el periodo de estudio (2000-2018), excepto en 2012 y 2013. Según datos de la Organización Mundial de Turismo, han ingresado nuevos países con una oferta turística atractiva que han desbancado a países tradicionales del sector turístico (ver cuadro 2).

Además, los millones de turistas de todo el mundo casi siempre están concentrados en un grupo privilegiado de

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Francia	77.2	75.2	77.0	75.0	75.1	74.9	77.9	80.9	79.2	76.8	77.6	81.4	82.0	83.6	83.7	84.5	82.7	86.9	
España	46.4	50.1	52.3	51.8	52.4	55.9	58.0	58.7	57.2	52.2	52.7	56.2	57.5	60.7	64.9	68.2	75.3	81.9	82.8
EUA	51.2	44.9	43.5	41.2	46.1	49.2	51.0	56.0	57.9	55.0	60.0	62.7	66.7	70.0	75.0	77.8	76.4	76.9	
China	31.2	33.2	36.8	33.0	41.8	46.8	49.9	54.7	53.0	50.9	55.7	57.6	57.7	55.7	55.6	56.9	59.3	60.7	62.9
Italia	41.2	39.6	39.8	39.6	37.1	36.5	41.1	43.7	42.7	43.2	43.6	46.1	46.4	47.7	48.6	50.7	52.4	58.3	62.1
Reino Unido	23.2	22.8	24.2	24.7	25.7	28.0	30.7	30.9	30.1	28.2	28.3	29.3	29.3	31.1	32.6	34.4	35.8	37.7	
México	20.6	19.8	19.7	18.7	20.6	21.9	21.4	21.6	22.9	22.3	23.3	23.4	23.4	24.2	29.3	32.1	35.1	39.3	41.4
Alemania	19.0	17.9	18.0	18.4	20.1	21.5	23.6	24.4	24.9	24.2	26.9	28.4	30.4	31.5	33.0	35.0	35.6	37.5	38.9
Turquía	9.6	10.8	12.8	13.3	16.8	24.2	18.9	22.2	25.0	25.5	31.4	34.7	35.7	37.8	39.8	39.5	30.3	37.6	45.8
Tailandia	9.6				11.7	11.6	13.8	14.5	14.6	14.1	15.9	19.2	22.4	26.5	24.8	29.9	32.5	35.5	38.3

Cuadro 3.

Número de turistas (millones de turistas)

Fuente: Elaboración propia con datos de la Organización Mundial de Turismo.

países que lo han vuelto un emporio turístico desde hace muchos años, como el caso de Francia, España y Estados Unidos de América, entre otros, lo cual ha permitido implementar una política de desarrollo sustentable. Bajo este contexto, México, en el periodo de estudio, por lo general ha seguido una línea ascendente en la captación de nuevos turistas (cuadro 3), y los lugares locales que han apostado al turismo se han beneficiado de ello.

En términos de captación de divisas, nuestro país desciende de posición en el ranking mundial a partir del 2007 tras el colapso económico a nivel mundial, y ahora en 2021 el sector turismo mexicano se encuentra en una nueva crisis ocasionada por la pandemia. Hay que hacer notar la competencia a nivel mundial que ha surgido por captar a los millones de turistas, que ahora incluye nuevos miembros de los países con mejor captación de divisas, como el caso de China (ver cuadro 4).

La infraestructura relacionada con las actividades turísticas comprende una gama muy variada de elementos que van desde las comunicaciones y el transporte hasta la capacidad hotelera y los servicios de alojamiento y alimentación. Sin embargo, nuestro mundo está en un dinamismo tan constante, que las nuevas tecnologías como el internet de las cosas, el big data y la inteligencia artificial están presentes en la infraestructura hotelera para atraer a consumidores cada vez más exigentes.

La Ciudad de México, Quintana Roo y Jalisco son los principales destinos turísticos que cuentan con una oferta muy atractiva de habitaciones para el mercado internacional por la gran disponibilidad de hoteles de tres estrellas en adelante con la que cuentan. Por ello, la inversión en el sector turismo en sus diferentes modalidades se ha reflejado en el incremento de participación del PIB sectorial turístico debido a la confianza que se ha recibido de la inversión tanto privada como pública. Esta oferta de cuartos de hotel, desde una a cinco estrellas, se muestra en la gráfica 1.

La disponibilidad de cuartos en 2018 en Quintana Roo fue de 15.4 por ciento, en Jalisco de 8.9 por ciento y en la Ciudad de México de 8.1 por ciento; sin embargo, en cuanto a la disponibilidad de cuartos cinco estrellas, Baja California Sur ocupa la posición tercera a nivel nacional, sólo superada por Quintana Roo y la Ciudad de México, primera y segunda posición, respectivamente.

## Conclusiones

Las perspectivas de crecimiento de los sectores de servicios colaterales con el turismo son fundamentales a mediano y a largo plazo para la recuperación económica del país. El futuro turístico, con una buena base planeada, principalmente por el alto rendimiento que presenta el tipo de cambio dólar/peso, puede ser atractivo para el turista internacional, aunque todavía estamos

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
EUA	82.9	71.9	66.5	64.5	74.5	101.5	85.8	97.4	110.4	94.2	137	115.6	161.6	172.9	191.9	206.9	206.9	210.7	214.5
España	30	32.9	33.6	41.8	45.2	49.7	51.1	57.6	61.6	53.2	54.6	59.9	58.2	62.6	65.1	56.6	60.5	68.1	73.8
Francia	33	30	32.3	37	45.3	44	46.3	54.3	56.6	49.5	47	54.8	53.6	56.6	58.1	58.3	54.5	60.7	67.4
China	16.2	17.8	20.4	17.4	25.7	29.3	33.9	37.2	40.8	39.7	45.8	48.5	50	51.6	44	45	44.4	38.6	40.4
Italia	27.5	25.8	26.9	31.2	35.7	36.4	38.1	42.7	45.7	40.2	38.8	43	41.2	43.9	45.5	39.4	40.2	44.2	49.3
Reino Unido	21.9	16.3	17.6	22.8	28.2	31.1	34.6	38.6	36	30.1	32.9	35.1	37.3	41.8	46.5	50.2	47.9	49	51.9
Alemania	18.7	18.4	19.2	23	27.7	29.2	32.8	36	39.9	34.6	34.7	38.9	38.1	42.3	43.3	36.9	37.5	39.8	43
Tailandia	7.5	7.1	7.9	7.8	10	9.6	13.4	16.7	18.2	16.1	20.1	27.2	33.9	41.8	38.4	44.9	48.8	56.9	63
Turquía	7.6	7.4	11.9	13.2	15.9	19.2	16.6	18.5	22	21.3	22.6	25.1	25.3	27.9	29.6	26.6	18.7	22.5	25.2
Austria	9.8	10.1	11.2	14.1	15.6	16.1	16.9	18.7	21.6	19.4	18.6	19.9	18.9	20.2	20.8	18.2	19.3	20.4	23
Grecia	9.2	9.4	9.7	10.7	12.9	13.3	14.3	15.5	17.1	14.5	12.7	14.6	13.4	16.1	17.8	15.7	14.6	16.5	19
Malasia	5	6.4	6.8	5.9	8.2	8.8	10.4	14	15.3	15.8	18.1	19.7	20.3	21.5	22.6	17.6	18.1	18.3	19.1
Canadá	10.8	10.8	9.7	10.6	12.9	13.7	14.6	15.6	15.7		15.8	16.8	17.4	17.6	17.7	16.5	18.1	20.3	21.9
Suiza	6.6	7.3	7.6	9.3	10.6	10	10.8	12.2	14.4	14.1	14.7	17.5	16.1	16.8	17.8	16.4	16	16.3	17





Cuadro 4.

### Ingreso por turismo

Fuente: Elaboración propia con datos de la Organización Mundial de Turismo.

# Promedio de cuartos disponibles por categoría 2018



	Rango de participación		Total (%)
	12 %	100 %	15 %
	9 %	12 %	0 %
	6 %	9 %	17 %
	3 %	6 %	32.7 %
	0 %	3 %	34.9 %
			100 %

Gráfica 1.  
Disponibilidad hotelera en cuartos, 2018  
Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Turismo.

Estudió la carrera de Matemático y la Maestría en Investigación de Operaciones en la UNAM. Es doctor en Ciencias Financieras por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, campus Ciudad de México. Es profesor investigador de tiempo completo en la Unidad Académica Multidisciplinaria Zona Media de la UASLP y sus líneas de investigación actuales son finanzas corporativas y proyectos de Inversión, entre otros.



muy lejos de los principales destinos turísticos mundiales que mantienen su liderazgo como Francia y España.

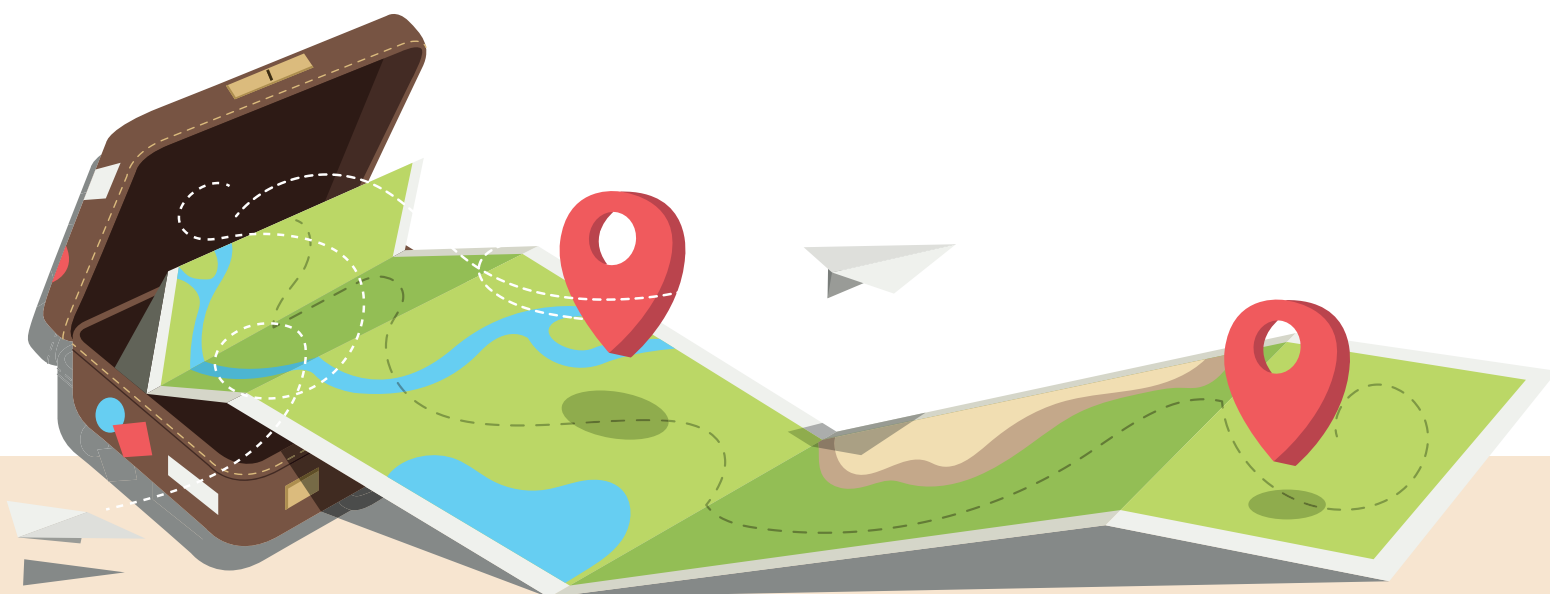
En la actualidad, de acuerdo con México Evalúa (2019) y la *Revista Forbes* (2017), la percepción que se tiene de México es que existe un aumento de la violencia en todo el territorio, que afecta a algunos destinos turísticos nacionales, aunado a la falta de apoyo gubernamental al sector turismo, por estos motivos se prevee que México seguirá cayendo en este sector, así que se necesita una política de desarrollo económico en este sector y seguridad nacional para recuperar las posiciones que se tenían hace algunos años.

Finalmente, la OMT establece que la industria del turismo continuará con un escenario negativo durante el año 2021 ante la pandemia y las restricciones de viaje. Solamente para tomar conciencia del impacto que ha dejado la pandemia en México, de acuerdo con cifras de la Unidad de Política Migratoria, en 2019 hubo 15

441 244 visitantes turistas en México, mientras que en el año 2020 fue de 6 479 451, es decir, una caída del 58 por ciento, por lo que el sector turismo económicamente se vino abajo. Añade la OMT que, en los países en desarrollo será donde se generen las mayores afectaciones, debido a que su proceso de vacunación contra el coronavirus ha mostrado un menor avance, por lo que las pérdidas económicas derivadas del turismo se agravarán en estos países debido a la ausencia de vacunas. **UP**

**Referencias bibliográficas:**

- Airbus (2019). *Cities, Airports & Aircraft 2019-2038*. Airbus.
- Solís, A. (7 de marzo, 2018). Las 5 ciudades más violentas de México durante 2017. Recuperado de <https://www.forbes.com.mx/las-5-ciudades-mas-violentas-de-mexico-durante-2017/>
- Lange, B. (2019). Lifting the lid on the Global Market Forecast. Airbus.
- Lee, C. y Chang, C. (2008). Tourism development and economic growth: a closer look at panels. *Tourism Management*, 29, pp. 978-992.
- Organización Mundial del Turismo (2019). *Barómetro OMT del turismo mundial y anexo estadístico* (Vol. 17).



Recibido: 14.05.2020 • Aceptado: 12.04.2021

Palabras clave: Alineadores, CAD/CAM, Invisalign, maloclusión, ortodoncia.

# Invisalign: ortodoncia invisible

ISABEL FERNANDA MORALES GONZÁLEZ

*isabelfmg94@gmail.com*

MIGUEL ÁNGEL MÉNDEZ ZÁRATE

ANA CRISTINA ZAMORA SOBERÓN

FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA, UASLP

En algunos escritos de culturas antiguas se describen enfermedades orales y su tratamiento, en ellos se hace referencia a lo que después se conocería como ortodoncia, pues se recomendaba extraer los dientes de leche cuando éstos comenzaban a moverse o interrumpían la erupción de los dientes permanentes. El objetivo era conservar la función de los dientes, pero conforme la ortodoncia se fue desarrollando se le fue dando también un enfoque estético.

El desarrollo de la tecnología ha ayudado a generar sistemas de diagnóstico más precisos que ayudan a mejorar también el pronóstico de los tratamientos. Asimismo, los nuevos materiales son más compatibles y al estar en contacto con el cuerpo humano mejora también la higiene y evita el desarrollo de efectos secundarios.

En la actualidad, la mayoría de los pacientes que acuden al odontólogo buscan tratamientos de ortodoncia, ya que además de resolver problemas de funcionalidad, resuelven los relacionados con la estética dental, esta exigencia se ha convertido en uno de los puntos más importantes y de mayor demanda por los pacientes.

Gracias a la ortodoncia podemos alinear los dientes mediante la colocación de aparatos, como brackets metálicos convencionales; sin embargo, al mencionar lo importante que es la estética hoy en día, existe gran número de personas que concuerdan en que la ortodoncia metálica en este aspecto, no cumple con las expectativas deseadas (Román, Rivero y Torre, 2009; Aljabaa, 2020). Por este motivo se han implementado nuevos tratamientos de ortodoncia sin la necesidad de colocar aparatos que pudieran no ser agradables a la vista.

#### **El inicio de la ortodoncia invisible**

En 1945, el doctor Harold Dean Kesling, ortodoncista estadounidense, desarrolló un dispositivo flexible de posicionamiento de los dientes sin utilizar brackets, bandas o alambres, este posicionador era una pieza de goma flexible fabricada a partir de un modelo de cera de los dientes en una oclusión (Román, Rivero y Torre, 2009). Este fue el antecedente de los actuales alineadores dentales.

Desde entonces y gracias al desarrollo de las tecnologías computacionales fue posible obtener un modelo digital de la boca de los pacientes para, a partir de eso, diseñar los aparatos necesarios; de igual forma, los programas computacionales ayudaron al diseño de dichos aparatos y con ello se logró el movimiento dental, así es como se ha llegado al desarrollo actual de sistemas de alineadores.

En 1997, Zia Chishti y Kelsey Wirth, dos estudiantes de la Universidad de Stanford, fundaron Align Technology (Santa Clara, California). Pensaron en realizar ligeros movimientos dentales progresivamente mediante una

serie de alineadores de poliuretano removibles, con la ayuda de la informática. Ellas fueron las creadoras del sistema Invisalign® y dos años después, lo comercializaron.

Este sistema de ortodoncia consiste en alineadores secuenciados transparentes (AST), realizados a medida, con un diseño y fabricación asistido por ordenador (CAD/CAM) (Román, Rivero y Torre, 2009). El programa informático utilizado se llama ClinCheck y permite al ortodontista crear un modelo digital de la boca del paciente y desarrollar un diagnóstico virtual y posteriormente un plan de tratamiento. El análisis también permite ver el resultado final que se obtendrá con el tratamiento (Solano, 2015).

Estos alineadores ejercen una ligera presión sobre los dientes y producen movimientos dentarios, de esta forma corrigen las maloclusiones.

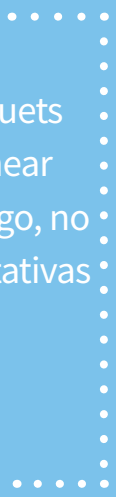
### **¿Qué es una maloclusión?**

El término se refiere a cuando las dos arcadas dentales o maxilares no encajan correctamente y existe cierta disposición de los dientes que genera un problema funcional o estético, comúnmente derivado de una mala alineación de los mismos. Los problemas funcionales que se presentan perjudican la correcta masticación de los alimentos y fonación.

Existen múltiples tipos de maloclusiones, el grado en que se presentan puede ser de leve, moderado y severo.

La maloclusión tiene un origen multifactorial, sin embargo, está comprobado que la herencia genética es uno de los principales motivos por la que se presenta. Aunado a esto existen factores exógenos que pueden provocar maloclusión durante el desarrollo craneofacial.

Los factores exógenos representan elementos tales como hábitos adquiridos que pueden contribuir a un mal desarrollo de los huesos maxilares como chuparse el dedo, utilizar chupón durante un largo periodo, morder objetos o uñas, utilizar biberón después de los tres años de edad, etcétera. También factores como sufrir un trauma o accidente que afecte al sistema bucodental en edades tempranas, y pérdidas prematuras de dientes temporales o de leche.



La colocación de braquets metálicos ayuda a alinear los dientes; sin embargo, no cumple con las expectativas estéticas.



Detectar una maloclusión a tiempo y sus causas puede minimizar los efectos, por ello es muy importante que los niños a edad temprana acudan a la clínica dental con el especialista.

Para clasificar las maloclusiones se ubica el área donde se localiza el problema, así que se dividen en tres grupos:

1) Maloclusiones verticales. Una mordida correcta implica que los dientes superiores sobrepasen unos milímetros por delante a los dientes inferiores cuando están en contacto, así que podemos encontrar problemas como:

a) Mordida abierta: los dientes superiores no tienen contacto con los inferiores.

b) Mordida profunda: los dientes superiores sobrepasan de manera excesiva a los dientes inferiores.

c) Mordida borde a borde: los dientes superiores e inferiores se encuentran directamente en contacto.

2) Maloclusiones transversales. Estos problemas se manifiestan generalmente cuando hay discrepancias de tamaño a lo ancho, en el maxilar superior y la mandíbula, o cuando hay una mala inclinación de los dientes.

a) Mordida cruzada: la arcada dentaria superior se sitúa por dentro de la arcada dentaria inferior.

b) Mordida de tijera: situación en la que las cúspides de los molares superiores se sitúan totalmente por fuera de los dientes inferiores.

3) Maloclusiones sagitales o en el plano anteroposte-

rior. Estos problemas se clasifican en tres, teniendo en cuenta la relación que tienen los molares superiores con los inferiores en sentido anteroposterior:

a) Oclusión Clase I. Se considera como la mordida correcta, los dientes de la arcada superior empujan en el lugar indicado con los de la arcada inferior.

b) Maloclusión Clase II. Los dientes superiores se encuentran en una posición más adelantada que los dientes inferiores.

c) Maloclusión Clase III. La arcada dentaria inferior se encuentra en una posición adelantada con respecto a la arcada superior.

Debido a los diferentes factores que influyen en el desarrollo de una maloclusión y a la gran variabilidad en la que pueden presentarse, el tratamiento para cada problema será distinto dependiendo sobre todo del nivel de gravedad en el que se presente. Sobre todo, debemos conocer las limitantes al utilizar la ortodoncia con alineadores para tratarlas.

Existen diferencias al comparar la ortodoncia convencional metálica con la ortodoncia de sistema de alineadores, básicamente son sistemas diferentes, por ende, tienen diferentes métodos para lograr el movimiento dental. La ortodoncia con alineadores tiene limitantes para lograr cierto tipo de movimientos, es por esto que el ortodoncista debe conocer cuáles problemas son los que pueden resolverse por medio de este sistema y cuáles requerirán de otros procedimientos para tratarse.



Figura 1  
Sistema Invisalign®

Recuperado de: <https://www.dentisalut.com/ortodoncia-digital-sistema-invisalign/>



Figura 2  
Sistema Invisalign®

Recuperado de: <https://www.dentisalut.com/ortodoncia-digital-sistema-invisalign/>

Los problemas que generalmente no pueden tratarse con el sistema de Invisalign® son casos con presencia de apiñamiento dental severo, ausencia de múltiples piezas dentarias, mordidas abiertas severas y sobremordidas horizontales muy severas.

Otro punto importante, además del tipo de maloclusión, es considerar la existencia de ciertas variables, además del sexo y la edad, como la calidad del hueso, la longitud del diente, la ubicación del centro de resistencia y los factores sistémicos que pueden modificar el movimiento dental haciendo que sea más lento, rápido o incluso que no se produzca.

Cada alineador realiza movimientos lineales, de rotación y torsión. El paciente debe utilizar los alineadores todo el tiempo (uso aproximado 22 horas al día), excepto al momento de comer, beber y al realizar su higiene dental, esto es más cómodo para el paciente, a diferencia del uso de braqu岸ts.

El cambio de alineadores se realiza cada dos semanas (14-21 días). Estos aparatos son desechables y prácticamente indetectables desde unos cuantos metros de distancia (Román, Rivero y Torre, 2009; Houle, Piedade, Todescan y Pinheiro, 2017).

Pueden realizarse tres tipos de tratamiento según el grado de complejidad:

- a) Invisalign Teen®. Para adolescentes y preadolescentes desde los 11 años de edad.
- b) Invisalign Lite®. Para casos poco complejos que requieren menor movimiento y no más de 14 alineadores.
- c) Invisalign Full®. Para casos más complejos que requieren mayor cantidad de movimientos dentarios.

El sistema de alineadores Invisalign® no está indicado para todo tipo de pacientes, ya que consta de algunas limitaciones, esta es una pequeña lista de los casos que se encuentran indicados y contraindicados para su uso.

#### Indicaciones:

- Cuando hay apiñamientos de 1 a 5 milímetros (mm)
- En presencia de diastemas de 1 a 5 mm
- Sobremordida aumentada a nivel de los incisivos
- Compresiones dentoalveolares que pueden ser

- expandidas mediante inclinación de los dientes
- Rotaciones de caninos de 25-30 grados
- Recidivas de ortodoncia, es decir, cuando ha regresado el apiñamiento dental después de haber tenido un tratamiento de ortodoncia
- Correcciones de línea media de 2 mm o menos
- Distalar dientes menos de 2mm
- Expansión máxima de 1.5 mm por cada lado
- Dientes permanentes totalmente erupcionados
- Haber completado crecimiento corporal

#### Contraindicaciones:

- Cuando hay apiñamiento mayor a 6 mm
- En presencia de diastemas mayores a 6 mm
- Sobremordida aumentada a nivel de los incisivos mayor a 3 mm
- Discrepancias esqueléticas sagitales, transversales y discrepancias entre relación céntrica y oclusión céntrica de mayores de 2 mm
- Rotaciones severas de más de 20 grados
- Mordidas abiertas anteriores y posteriores
- Extrusión de dientes
- Dientes con inclinación mayor de 45 grados
- Dientes con coronas clínicas cortas
- Arcadas con múltiples ausencias



Figura 3

Antes y después con sistema Invisalign®

Recuperado de: <https://www.ortodoncis.com/2014/03/14/caso-tratado-con-invisalign/>



### Ventajas:

- Estéticos
- Removibles
- Cómodos
- Mejor higiene oral
- Movimientos diferenciales: se puede elegir qué dientes mover y cuáles no
- Visualización de los objetivos del tratamiento
- Conocer tiempo de tratamiento
- Para personas alérgicas al metal

### Desventajas:

- Limitación de movimientos: determinados tipos de maloclusión
- Planificación previa del tratamiento: no pueden hacerse modificaciones durante el tratamiento.
- Precio
- Colaboración del paciente
- No correlación con *set up* virtual

### Conclusiones

La ortodoncia con alineadores ha ido evolucionando a lo largo de 18 años y hoy en día aún se implementan mejoras al sistema para tener un mayor alcance y éxito en el tratamiento.

Como ya se comentó previamente, existen muchos factores a tener en cuenta para establecer un plan de tratamiento específico para cada paciente, desde el tipo de maloclusión, su origen, edad, entre otras más, por eso es de vital importancia establecer un diagnóstico correcto y tener una buena comunicación ortodontista-paciente para abarcar todos los aspectos deseados de la mejor manera.

Si el paciente desea someterse a este tipo de tratamiento es importante que se encuentre al tanto de las ventajas y desventajas que este ofrece, y así, de la mano de su especialista en ortodoncia, decidir si es el tratamiento indicado para él.

El sistema Invisalign® es usado en la terapia ortodóncica y por ello deben tenerse en cuenta varios criterios importantes para su correcto uso y éxito del tratamiento. Es cómodo, higiénico y sobre todo estético para aquellos pacientes que buscan la resolución de sus problemas dentales mediante el método más estético posible. **UP**

### Referencias bibliográficas:

- Román, M., Rivero, J. C. y Torre, M. (2009). Extrusión con el sistema Invisalign. *Ortodoncia clínica*, 12(3), pp. 80-84.
- Levrini, L., Mangano, A., Montanari, P., Margherini, S., Caprioglio, A. y Abbate G. M. (2015). Periodontal health status in patients treated with the Invisalign system and fixed orthodontic appliances: A 3 months clinical and microbiological evaluation. *European Journal Dentistry*, 9(3), pp. 404-410.
- Solano, B. (2015). *Predictibilidad de la expansión con el sistema Invisalign* (tesis doctoral). Universidad de Sevilla. Facultad de Odontología. Departamento de Estomatología.
- Houle, J., Piedade, L., Todescan, R. y Pinheiro, F. H. (2017). The predictability of transverse changes with Invisalign. *The Angle Orthodontist*, 87(1), pp. 19-24.
- Aljabaa, A. H. (2020). Clear aligner therapy—Narrative review. *Journal of International Oral Health*, 12(7), 1.

**DIVULGANDO**

DE LA TIERRA A LA **CIENCIA**

**CINTHIA NÁJERA VÁZQUEZ**  
*cnv398@inlumine.ual.es*  
INVESTIGADORA INDEPENDIENTE



# Empoderamiento de las mujeres en las empresas agroalimentarias



En los últimos años, la inclusión de las mujeres en todos los campos ha crecido exponencialmente. Los cambios sociales han permitido que las mujeres se olviden de las limitaciones impuestas y relacionadas con los roles en el hogar, y su incorporación a la vida laboral ha ido más allá del cumplimiento ético y, en algunos casos, legal de las empresas.

El interés académico por analizar este comportamiento se ha centrado en la diversidad de género y la inclusión femenina en consejos de administración y altos cargos. Concretamente, algunas investigaciones analizan cómo afecta la diversidad de género en altos cargos de administración a distintas medidas de rendimiento empresarial, focalizándose en medidas de rentabilidad.

En el sector agroalimentario, las empresas familiares han sido un punto importante para la inclusión de las mujeres dentro de la dirección o su administración, debido a la existencia de roles compartidos y al solapamiento de valores familiares y empresariales. Los primeros estudios de género en empresas familiares revelaban que las mujeres ejercían un rol limitado, debido a, entre otros motivos, la diferencia de estímulos económicos en comparación con la recibida por los hombres, al poco interés y dedicación que las mujeres demostraban en comparación con el de los hombres, así como por la incertidumbre de los directores a la capacidad de las mujeres para ejercer responsabilidades. Por el contrario, recientemente se ha demostrado que las mujeres pueden estar al frente de las empresas y participar en cualquier tipo de estructura empresarial.

Actualmente, se han conformado organizaciones o asociaciones de mujeres accionistas o propietarias de empresas que se dedican a ayudar, capacitar, formar y fomentar la incorporación formal de mujeres en las empresas, especialmente en las de carácter familiar. Además, existen diversos apoyos, premios y reconocimientos a mujeres que lideran empresas, lo cual ha motivado a los propietarios hombres a compartir la responsabilidad de las empresas con mujeres, hijas o esposas. Esta última puede ser una razón importante por la cual las mujeres toman decisiones formales y visibles en el ámbito empresarial, que generan más y mejores resultados económico-financieros.

El liderazgo de las mujeres que son sucesoras en las empresas familiares viene por la implicación social que tienen desde pequeñas y eso les ayuda a tener

un compromiso empresarial cuando llega el momento de la sucesión. Asimismo, las mujeres propietarias humanizan dicho proceso de sucesión. Es más, en determinadas investigaciones establecen que esto tiene que ver con la teoría de la dependencia de los recursos, esto significa que las mujeres logran una mejor rentabilidad económica en las empresas a las que pertenecen, debido entre otros motivos, a las donaciones caritativas.

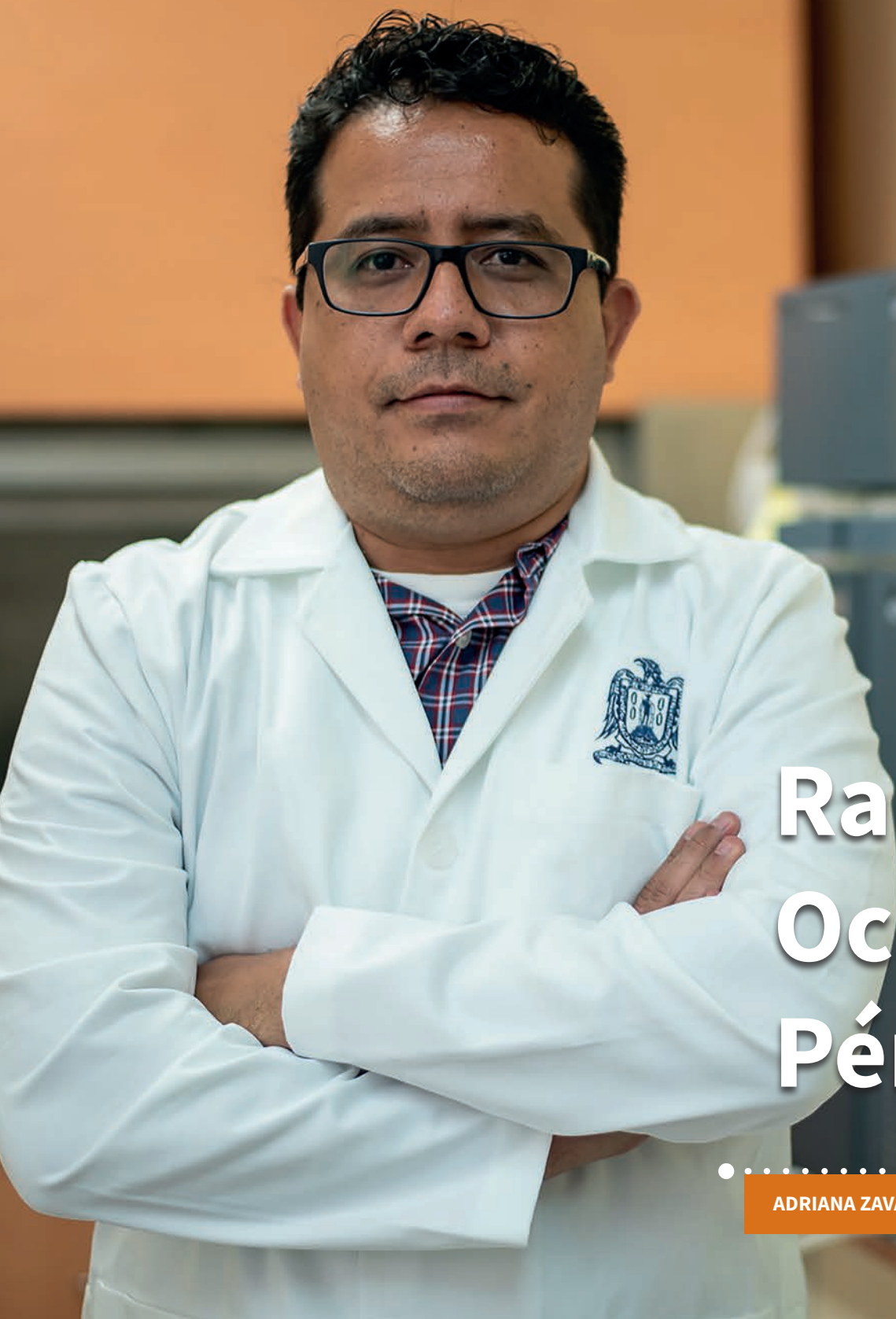
En la mayoría de los países, el sector agroalimentario se ha convertido en un sector maduro y muy competitivo. Pero uno de los dogmas en ese ámbito es la barrera cultural para el desarrollo económico, ya que existe recelo por perder el control en las empresas agroalimentarias mediante la fusión, adquisición o incluso la cooperación con otras empresas, sobre todo en las familiares, que componen más del 85 por ciento del total de las empresas de todo el mundo.

Los trabajos relacionados con el sector agroalimentario son habitualmente estudios experimentales que se basan en hacer comparaciones y evaluaciones para mejorar los sistemas de producción, y para hacer un uso sostenible de los recursos naturales. Sin embargo, existen pocos trabajos encaminados al análisis de la gestión, organización o dirección de las empresas familiares agroalimentarias, y con especial atención a la participación de las mujeres.

En una reciente publicación realizada por investigadoras de la Universidad de Almería (Nájera y Martínez, 2020. "Mujer, gobierno corporativo y eficiencia económica: análisis para el caso de las empresas familiares agroalimentarias") se hace referencia a que la participación femenina en los órganos de gobierno y administración de las empresas familiares favorece los resultados económico-financieros de dichas empresas. Con el estudio, dan visibilidad a las mujeres pertenecientes de los órganos de gobierno de las empresas familiares agroalimentarias. Los resultados que obtuvieron también pueden ser un aliciente para promover la reestructuración de los órganos de gobierno de las empresas familiares agroalimentarias, incrementando la presencia femenina en los mismos. **UP**



PROTAGONISTA DE LA QUÍMICA



# Raúl Ocampo Pérez

ADRIANA ZAVALA ALONSO

El doctor Raúl Ocampo Pérez es investigador de la Facultad de Ciencias Químicas de la UASLP y es originario de la ciudad de Tepic, Nayarit. No sabía qué quería estudiar cuando egresó de la preparatoria, pero un día mientras caminaba leyó un tríptico de promoción de las carreras que ofertaba la Universidad Autónoma de Nayarit, su alma máter, que resaltaba que si te gustaban las matemáticas, la física y la química, la carrera de Ingeniero Químico Industrial era tu mejor opción, así fue como terminó estudiando esa licenciatura.

Su gusto por la ciencia empezó en la licenciatura, cuando participó en veranos de la ciencia, este programa le permitió conocer con mayor profundidad las actividades que desempeña un investigador; dos años seguidos se inscribió, el primero lo realizó en la Universidad Autónoma Metropolitana campus Iztapalapa y el segundo en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, a la que hoy pertenece como profesor de tiempo completo y donde desarrolla su investigación principal. Considera que como profesores nos falta difundir con mayor ímpetu las actividades de investigación que se desarrollan en la universidad e inducir que un mayor número de jóvenes continúen con sus estudios de posgrado.

El doctor Ocampo cuenta que un mes antes de finalizar su licenciatura vio por fortuna una convocatoria del posgrado en ciencias en ingeniería química que ofrecía el Instituto Tecnológico de Celaya, presentó el examen y fue admitido. En la maestría se enfocó en el desarrollo de un controlador para un proceso de cristalización, un tema al que llegó por azar, pero que reafirmó sus conocimientos en diversas áreas. Para el doctorado debía encaminarse en lo que le apasionara porque esa línea de investigación y las relacionadas con ella forjarían su carrera científica. Estudió el doctorado en la UASLP, y también como ocurrió en la licenciatura y en la maestría, sucedió de manera inesperada, casi al terminar la maestría se encontró al doctor Roberto Leyva Ramos en un seminario, a quien ya conocía de uno de los veranos de la ciencia, él le recomendó estudiar el doctorado que se impartía en la UASLP, terminó la maestría y enseguida se encaminó a San Luis Potosí a estudiar el doctorado. Recuerda haber llegado a San Luis Potosí con una maleta de ropa pero con su computadora de escritorio. Por cómo se han dado las cosas respecto a sus estudios, él considera que las puertas siempre han estado abiertas al cierre de cada uno de sus ciclos académicos para continuar con el siguiente.

En palabras del doctor Ocampo Pérez: "Los jóvenes de la UASLP tienen mucho potencial", especifica que la carrera de Ingeniería Química, en la que imparte clases, es muy demandante de tiempo y los estudiantes tienen una gran carga de trabajo y por ende es comprensible que después de la licenciatura no quieran seguir sus estudios de posgrado en la misma área aunque les guste, aun así el Dr. Ocampo les pide se den la oportunidad de estudiar un posgrado y así saborear las mieles de la investigación.

Meses atrás, el Dr. Ocampo recibió el Premio Potosino a la Investigación Científica y Tecnológica en la Categoría de Investigador Joven, área Ciencias de la Ingeniería por el Gobierno del Estado de San Luis Potosí. Respecto a este premio, el Dr. Ocampo comentó el significado que tiene para él: "son premios individuales que son fruto del apoyo de muchas personas incluidos la familia, los estudiantes, los colaboradores, los amigos y el personal de apoyo". Nunca se ha sentido superior a nadie por recibir este tipo de reconocimientos, la humildad es un sello característico en su andar personal y profesional. Espera que estos reconocimientos permeen hacia las personas que lo rodean para que sea una motivación de superación profesional. Su peor defecto menciona es irle al américa (entre risas). **LP**

## APUNTES

■ Le gustan mucho ver deportes, en especial el futbol soccer, futbol americano y la fórmula 1.



■ Valora mucho la amistad y las reuniones con sus colegas y amigos.



■ Disfruta divertirse con su esposa Erika y sus hijos Thiago y Rodrigo.

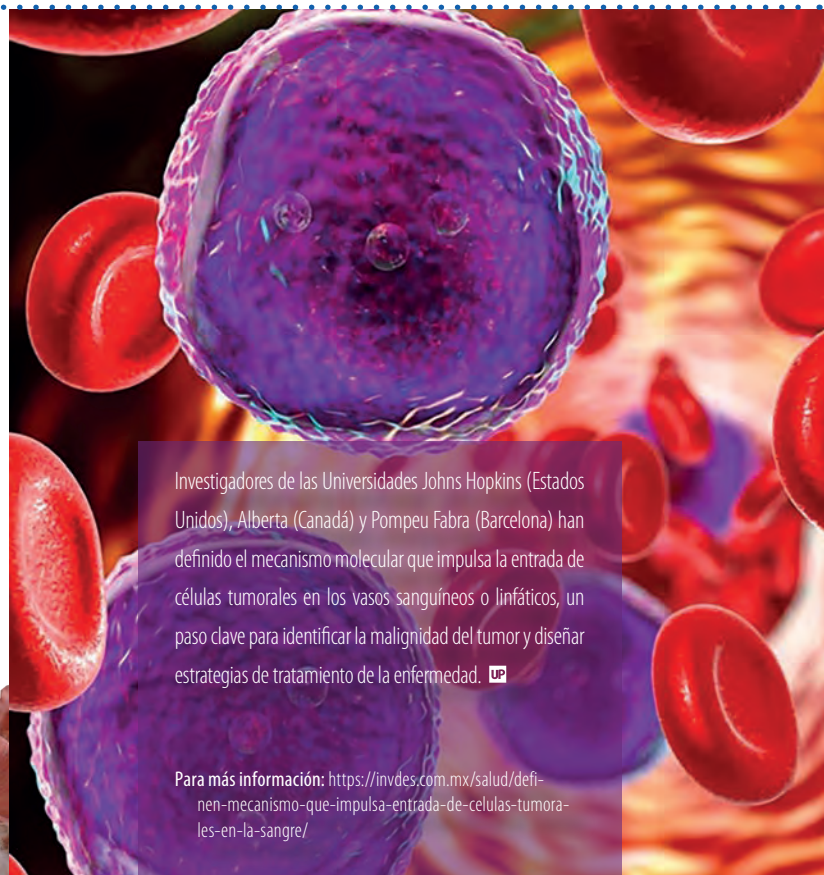


■ Le encanta la comida del mar, principalmente el aguachile y el ceviche.



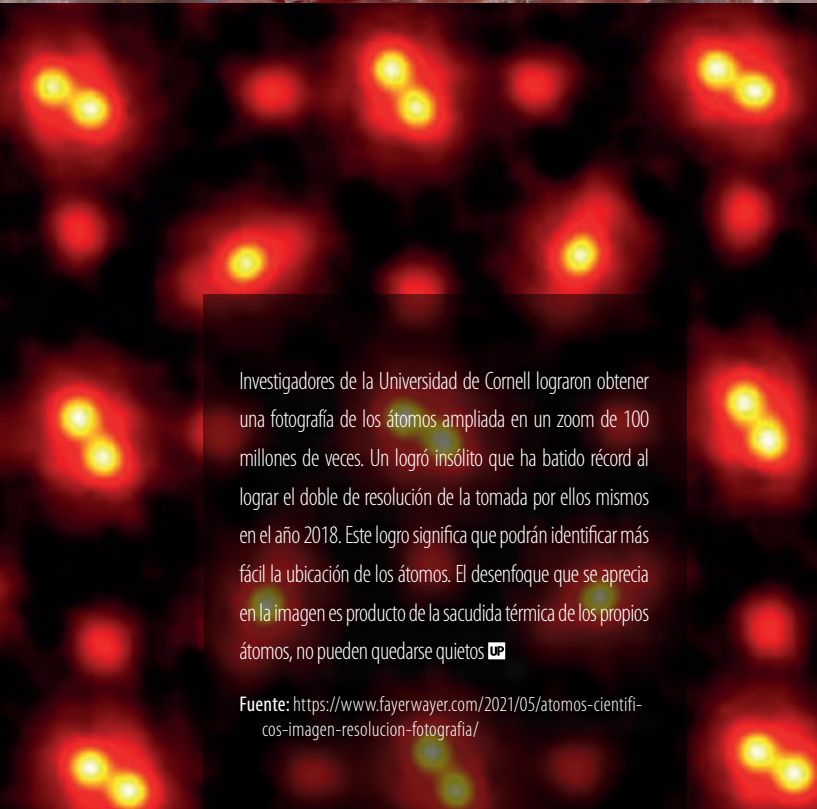
Investigadores de la Universidad Oberta de Cataluña descubrieron que la seta rosa, un hongo comestible que crece en maderas, puede generar picos de electricidad con la posibilidad de utilizarlos para crear circuitos de computación. El grupo propone detectar la propiedad electromagnética del hongo con un algoritmo que capte la actividad eléctrica y pueda traducirla en mensajes. **UP**

**Fuente:** <https://invdes.com.mx/ciencia-ms/descubren-que-una-seta-genera-picos-electrico-utilizables-para-crear-circuitos-de-computacion/>



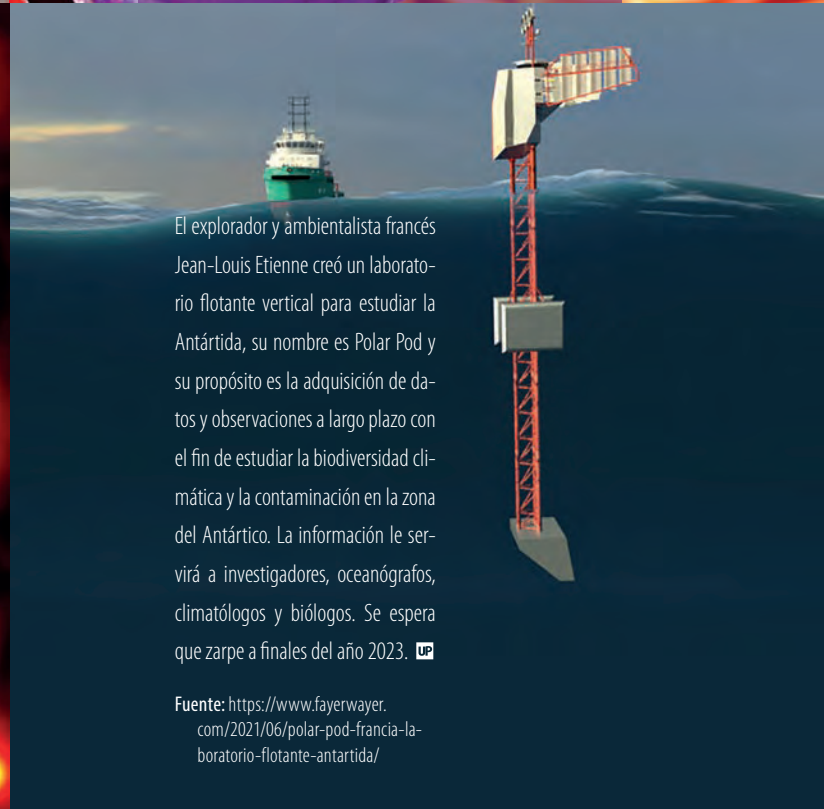
Investigadores de las Universidades Johns Hopkins (Estados Unidos), Alberta (Canadá) y Pompeu Fabra (Barcelona) han definido el mecanismo molecular que impulsa la entrada de células tumorales en los vasos sanguíneos o linfáticos, un paso clave para identificar la malignidad del tumor y diseñar estrategias de tratamiento de la enfermedad. **UP**

**Para más información:** <https://invdes.com.mx/salud/definen-mecanismo-que-impulsa-entrada-de-celulas-tumorales-en-la-sangre/>



Investigadores de la Universidad de Cornell lograron obtener una fotografía de los átomos ampliada en un zoom de 100 millones de veces. Un logro insólito que ha batido récord al lograr el doble de resolución de la tomada por ellos mismos en el año 2018. Este logro significa que podrán identificar más fácil la ubicación de los átomos. El desenfoque que se aprecia en la imagen es producto de la sacudida térmica de los propios átomos, no pueden quedarse quietos **UP**

**Fuente:** <https://www.fayerwayer.com/2021/05/atomos-cientificos-imagen-resolucion-fotografia/>



El explorador y ambientalista francés Jean-Louis Etienne creó un laboratorio flotante vertical para estudiar la Antártida, su nombre es Polar Pod y su propósito es la adquisición de datos y observaciones a largo plazo con el fin de estudiar la biodiversidad climática y la contaminación en la zona del Antártico. La información le servirá a investigadores, oceanógrafos, climatólogos y biólogos. Se espera que zarpe a finales del año 2023. **UP**

**Fuente:** <https://www.fayerwayer.com/2021/06/polar-pod-francia-laboratorio-flotante-antartida/>



## 2 de junio de 1922

Nació el geoquímico estadounidense Cameron Patterson, quien en 1953 publicó en la revista *Geochimica et Cosmochimica Acta*, un estudio en el que determinó con exactitud la edad de la tierra ¡más de 4.550 millones de años! ( $\pm 70$  m).

## 8 de junio de 1916

Este día se celebra el Día Mundial de los Océanos. El lema de este 2021 fue *El océano: vida y medio de subsistencia*. El más grande de todos es el océano Pacífico, bautizado así por Fernando de Magallanes por la calma de sus aguas.

## 9 de junio de 1960

Salió a la venta la pildora anticonceptiva. El químico mexicano Luis Ernesto Miramontes Cárdenas fue uno de sus creadores, junto con el austriaco Carl Djerassi y el húngaro-mexicano George Rosenkranz. Esta pastilla fue clave en la libertad sexual de las mujeres y en la decisión de ser madres o no.

## 16 de junio de 1963

La rusa Valentina Tereshkova a sus 26 años de edad, se convirtió en la primera mujer en viajar al espacio exterior en la misión 6 del programa Vostok. "Cielo, ahí voy", fueron sus palabras previas al arranque del viaje.

## 17 de junio de 1985

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes lanzó el Morelos 1 al espacio, el primer satélite artificial mexicano. Su forma era cilíndrica, medía 6.62 metros y pesaba 645.5 kilos. Fue el primero de tres satélites y representó un gran avance tecnológico para servicios de comunicaciones como telefonía, datos y televisión.

## 18 de junio de 1981

Profesionales médicos en San Francisco, bajo la dirección de Michael Gottlieb, inmunólogo estadounidense, reconocieron formalmente la epidemia del síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA).

## 23 de junio de 1868

Cristopher Latham Sholes, Carlos Glidden y Samuel W. Soule patentaron la máquina de escribir. Años después comercializaron su invento con la compañía E. Remington and Sons, Este avance significó un parteaguas para las comunicaciones y para el crecimiento de los negocios.



## ¿Cómo se crearon las píldoras anticonceptivas?

BLANCA AZUCENA OLVERA OJEDA

La historia detrás de la creación de las píldoras anticonceptivas tiene un poco de todo: un fortuito descubrimiento, arduas investigaciones y largos experimentos, así como polémicas discusiones en las que los ámbitos científicos, sociales y religiosos tienen cabida.

¿Cómo empezó todo? El panorama no era muy alentador, ya que los estudios para la creación de anticonceptivos eran considerados poco relevantes hasta antes de mediados del siglo XX, incluso existía una ley en Estados Unidos de América que prohibía cualquier tipo de ensayos a favor de su formulación. Sin embargo, la importante labor de varias activistas contribuyó a la divulgación de temas como la fertilidad y la anticoncepción. Entre ellas se encuentran Margaret Sanger y Katharine McCormick, quienes dieron seguimiento y financiaron diversos experimentos con el propósito de crear un anticonceptivo oral accesible para la población femenina y así evitar embarazos no deseados y la práctica de abortos altamente riesgosos.

Las investigaciones de los científicos Gregory Pincus y Min Chueh Chang fueron imprescindibles, ya que señalaban que la progesterona, hormona femenina, era capaz de inhibir la ovulación; también las del ginecólogo John Rock, que realizó las primeras pruebas clínicas con esta hormona en mujeres. A la par de estos resultados, el hallazgo de Russel Marker en 1942 fue fundamental, pues al tratar de encontrar una forma más sencilla de extraer grandes cantidades de progesterona, descubrió que, a partir del ñame, una planta de origen mexicano, puede extraerse un esteroide que permite la producción de la hormona de forma eficaz.

El trabajo de Luis Er-

nesto Miramontes, científico mexicano, también fue crucial porque en 1952 logró sintetizar la noretisterona, molécula que también funciona como inhibidor ovulatorio. Esta hazaña representó uno de los pasos más importantes para la creación del fármaco, ya que dicho compuesto fue utilizado por Pincus para crear la fórmula de la primera píldora anticonceptiva, llamada entonces Enovid, misma que fue testeada en 1956 en mujeres puertorriqueñas. De esta forma, a mediados de la década de 1950 la píldora empezó a comercializarse en Estados Unidos de América como un medicamento para tratar problemas menstruales, fue hasta 1960 que se aprobó y se reconoció su uso como método anticonceptivo.

Las críticas en torno al uso de estas pastillas fueron numerosas, debido a que durante varios años hablar sobre el control de la natalidad y la planificación familiar era considerado un tema tabú. En consecuencia, a raíz de su creación, se generaron diversos cuestionamientos de índole moral y religioso.

De lo que no cabe duda es que la invención de esta píldora representó un cambio para la vida de las mujeres, pues les brindó la posibilidad de tener plena libertad sobre su sexualidad y les dio la oportunidad, antes inimaginable, de decidir sobre cuándo ejercer la maternidad. [LP](#)



# James Clerk Maxwell

JOSÉ FRANCISCO ESTRADA VÁZQUEZ

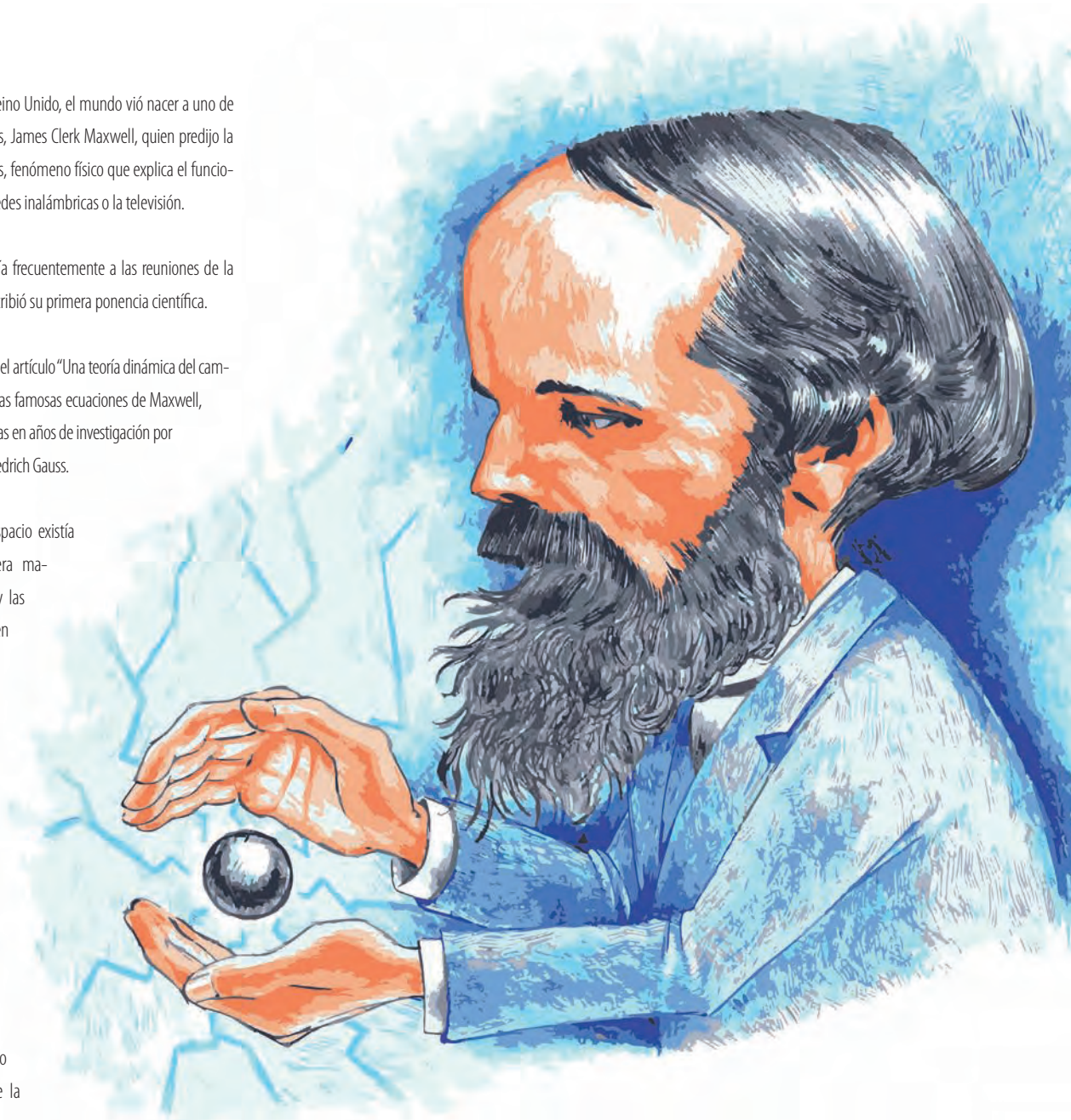
El 13 de junio de 1831, en Edimburgo, Reino Unido, el mundo vió nacer a uno de los más grandes e importantes científicos, James Clerk Maxwell, quien predijo la existencia de las ondas electromagnéticas, fenómeno físico que explica el funcionamiento del uso de teléfonos móviles, redes inalámbricas o la televisión.

Desde que tenía 12 años, Maxwell asistía frecuentemente a las reuniones de la Royal Society of Edinburgh, y en 1845 escribió su primera ponencia científica.

Su mayor aporte llegó en 1865, al publicar el artículo "Una teoría dinámica del campo electromagnético", donde aparecieron las famosas ecuaciones de Maxwell, las cuáles sintetizaron las piezas encontradas en años de investigación por científicos como Michael Faraday o Carl Friedrich Gauss.

Las ecuaciones explicaban que en el espacio existía un campo electromagnético, la primera manifiesta que cargas iguales se repelen y las diferentes se atraen; la segunda, que en el magnetismo no hay cargas, razón por la cual un campo magnético se cerraba sobre sí mismo; la tercera, si el campo magnético aumenta, el eléctrico se orienta en el sentido de las manecillas del reloj y viceversa; y la cuarta, que cargas moviéndose activan el campo magnético, esta última es el principio del electroimán.

Gracias a sus aportaciones obtuvo la medalla Rumford y facilitó la comprensión del electromagnetismo, abriendo nuevas oportunidades al desarrollo de la ciencia y la tecnología. **UP**



# El legado de Whitman

MIGUEL MENDOZA

Facultad de Contaduría y Administración

Si hablamos de literatura universal, no podemos omitir a uno de los máximos exponentes de la poesía, me refiero al autor de *Hojas de hierba* (Leaves of Grass, en inglés), al escritor y ensayista neoyorquino, Walt Whitman, quien en 1855 escribió una de las grandes odas a la literatura universal, un parteaguas en la cultura occidental, así bien, nos adentraremos de manera íntima en su obra y en el legado cultural que ha marcado a un sinfín de escritores, poetas y lectores del todo el mundo.

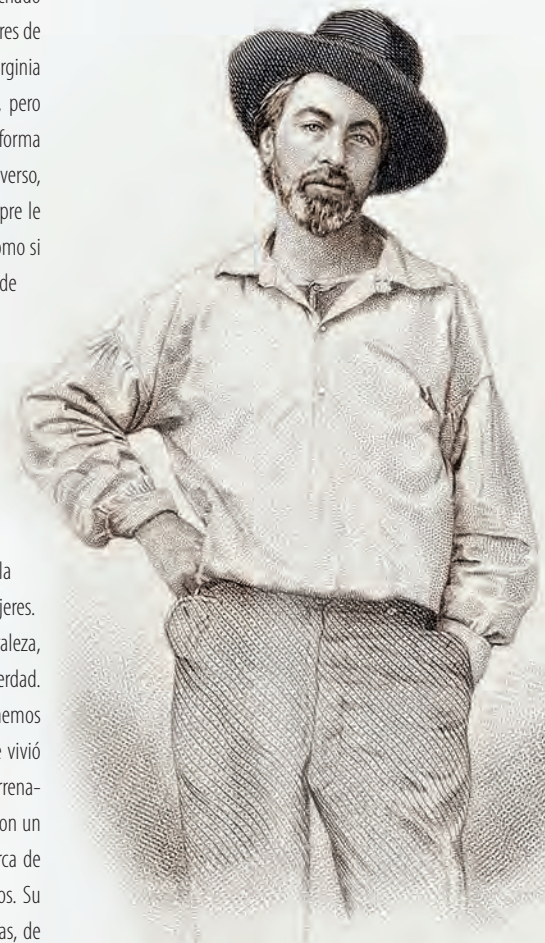
Para los lectores asiduos y espontáneos es verdaderamente difícil no haber escuchado alguna vez de Whitman, tal vez en alguna película norteamericana o canción, alguna referencia de unos de sus poemas, cuando cursábamos la preparatoria o simplemente en alguna charla con un amigo lector. Para muchos su primer contacto con el escritor fue en la serie *Breaking Bad*, donde casi en el desenlace de la serie y en un momento de calma se le rinde un homenaje al libro *Hojas de hierba*, hecho que desata una conmoción total en la serie, dándole un giro que hizo que los fans conocieran al escritor, además de que su nombre refiere al del protagonista de la serie: Walter White, y comparten algunas similitudes y paralelismos.

Walt Whitman (1819-1892), el poeta de mayor trascendencia cultural que ha dado Norteamérica, escribió en medio de una sociedad puritana y tradicional inmersa en los más estrictos convencionalismos sociales del siglo XIX. Con estos nos referimos a que el poeta siempre fue irreverente en su forma de abordar los temas de los que hablaba con frecuencia. De origen humilde, Whitman fue hijo de madre holandesa y padre británico, fue el segundo de nueve hijos de una familia de escasos recursos. Fue ocasionalmente a la escuela y pronto tuvo que empezar a trabajar. A pesar de su escasa formación académica, fue maestro itinerante, y más tarde trabajó en una imprenta. Fue aquí donde

despertó su amor y gusto por el periodismo que lo llevó a trabajar en varios diarios de circulación local en Nueva York, que forjaron su educación literaria para dar luz verde a una obra cumbre de la literatura universal: *Hojas de hierba*. Es conocido como el padre del verso libre, su forma de escribir tan libre y sin tapujos supuso una gran polémica, experimentó con muchos géneros, su mayor legado es la poesía y el ensayo. Empezó a escribir *Hojas de hierba* en el año de 1850 y lo terminó en 1855, lo aut publicó ese mismo año pero con muy pocos ejemplares. Siempre tachado de inmoral y obsceno, admirado por grandes escritores de la talla de Jorge Luis Borges, Charles Bukowski y Virginia Woolf, quienes nunca dejaron de elogiar su obra, pero más allá de eso, la libertad con la que escribía, su forma particular acerca del amor, de la sexualidad, del universo, de la sociedad y su crítica infalible. Whitman siempre le habló a los lectores como si fuéramos uno con él, como si quisiéramos reconocernos y guiarnos a la empatía de la vida, a cada ser vivo en este planeta que siempre fue reconocida por él como el hogar de todo lo que palpita y tiene un sentido de ser. Walt Whitman y su canto a la vida (*Hojas de hierba*) es la expresión de un individuo colectivo, la poesía más sensata para todos los que somos este mundo; marineros, soldados, el constructor, el obrero, todos nosotros. El sufragio y la democracia, la esclavitud, el sexo entre hombres y el sexo entre mujeres. Whitman le cantó a la vida, a las familias, a la naturaleza, a las costumbres arraigadas, al sexo y al amor de verdad. *Hojas de hierba* es la excusa más hermosa que tenemos para saber acerca de la libertad de un hombre que vivió lleno de amor, sin convencionalismos ni ataduras terrenales, un escritor que nos enamora página a página con un sentir muy personal, que nos hace reflexionar acerca de la vida y del sentido que tenemos como seres vivos. Su poesía en verso libre es el resultado de sus vivencias, de

la expresión a los hombres y mujeres, a la celebración de la vida, al canto y baile, a las hojas de hierba y a la pureza del alma. **UP**

Whitman, W. (2019) *Hojas de hierba*. Barcelona: Editorial Austral.





# Foro Etnobiológico

## CONFERENCIAS Y TALLERES, para público en general

**27 de mayo** | **Conferencia: Flora melífera y la importancia de las abejas para el futuro de la humanidad**

MC Yazmin González  
Transmisión virtual

**30 de mayo** | **Taller: "Tipos de flores"**

Paola Zúñiga

**24 de junio** | **Conferencia: Los jardines etnobiológicos de Coahuila**

Dr. Jorge Alejandro Aguirre Joya (UADEC-CIJE)  
Transmisión virtual

**27 de junio** | **Taller: "Propagación de arboles frutales"**

Oscar Israel Rodríguez Ortiz

**25 de julio** | **Taller: "Plantas medicinales"**

Luis Eduardo Miranda Arreola

**29 de julio** | **Conferencia: Problemas en la alimentación infantil en área suburbana vulnerable de la ciudad de San Luis Potosí y estrategia de intervención**

Dra. Claudia Davinia  
Transmisión virtual

**26 de agosto** | **Conferencia: Herbario de zonas desérticas**

Dr. Juan Antonio Reyes-Aguero  
Transmisión virtual

**29 de agosto** | **Taller: "Colonche"**

Valentina Navarro (por confirmar)

**26 de septiembre** | **Taller: "Partes de las plantas"**

Luis Ángel Montes Betancourt

**30 de septiembre** | **Conferencia: El conocimiento etnobotánico infantil**

Dra. Andrea C. Silva  
Transmisión virtual

**28 de octubre** | **Conferencia: Supermercado vs mercado tradicional ¿cuál es el más diverso? Comparación de la diversidad de los productos en los supermercados y la Central de Abastos de San Luis Potosí e implicaciones para un desarrollo sostenible**

Gabriela Michel Rodríguez González

**31 de octubre** | **Taller: "Variedades de calabazas"**

Glenda Lizeth Iglesias Castro

**25 de noviembre** | **Conferencia: El patrimonio biocultural de la flora potosina**

Dr. Arturo de Nova Vázquez  
Transmisión virtual

**28 de noviembre** | **Video corto: Xantolo**

**Taller: "Variedad de frutas"**

Gabriela Michel Rodríguez González

Los talleres se realizan en  
Museo Laberinto de las Ciencias  
y de las Artes



**UASLP**  
Universidad Autónoma  
de San Luis Potosí



FACULTAD DE  
**CIENCIAS  
QUÍMICAS**

OLIMPIADA ESTATAL DE **BIOLOGÍA**

Inscripciones: 18 de Agosto al  
8 de Septiembre de 2021  
[olimpiada.biologia@cq.uaslp.mx](mailto:olimpiada.biologia@cq.uaslp.mx)



Consulta la convocatoria aquí

