



**UASLP**  
Universidad Autónoma  
de San Luis Potosí

**AÑO 21**  
**NÚMERO 279**  
**ISSN-1870-1698**

# UNIVERSITARIOS POTOSINOS

Revista de  
Divulgación  
Científica

**El canal  $Ca_v2.1$ :**  
un protagonista  
clave en  
enfermedades  
neurológicas

Protagonista de la  
Ginecoobstetricia

**MARIBEL  
MARTÍNEZ  
DÍAZ**

Buscando  
**virus en el drenaje:**  
vigilancia  
epidemiológica  
basada en  
aguas residuales

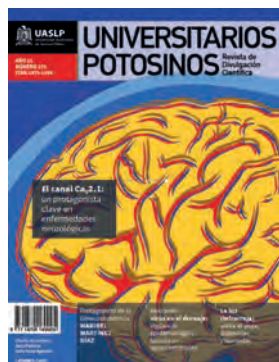
**La luz  
(infrarroja)**  
sobre el yoga,  
depresión  
y bienestar



9 77 1870 169005

Diseño de portada:  
**Sara Patricia  
De la Rosa Agundis**

LATINDEX: 24292



## Editorial

En la actualidad existen diferentes trastornos neurológicos tales como la epilepsia, la ataxia y la migraña, aunque son conocidos, las causas moleculares no se comprenden del todo. Diversos estudios genéticos han revelado que estas enfermedades pueden estar relacionadas con el mal funcionamiento del canal de calcio  $Ca_v2.1$ , una proteína ubicada en la membrana de las neuronas.

En esta edición, el doctor Ulises Meza Villanueva con su trabajo "El Canal  $Ca_v2.1$ , un protagonista clave en enfermedades neurológicas", nos muestra que cuando la actividad del canal  $Ca_v2.1$  se altera, las funciones que dependen de la comunicación y coordinación neuronal se ven afectadas, lo que facilita el desarrollo de enfermedades neurológicas.


Por otra parte, el doctor Daniel Noyola en su artículo "Buscando virus en el drenaje: vigilancia epidemiológica basada en aguas residuales", nos detalla la importancia de poder utilizar esta vigilancia epidemiológica para detectar patógenos de manera temprana. En este número nos acompaña como protagonista la doctora Maribel Martínez Díaz, reconocida ginecoobstetra, y actualmente, secretaria general de la Facultad de Medicina de la Institución.

Agradecemos su preferencia y lectura a temas universitarios de gran relevancia para la sociedad en general.

---

Revista de divulgación científica. *Universitarios Potosinos* es una publicación mensual fundada en 1993, editada por la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, a través de la Dirección de Comunicación e Imagen, su objetivo es divulgar y difundir el conocimiento generado por la investigación científica y tecnológica de la UASLP y de otras instituciones nacionales y extranjeras, e informar sobre los avances y descubrimientos en las diversas áreas del conocimiento.

Reservas de Derechos al Uso Exclusivo núm. 04-2022-120714274300-102, otorgado 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.

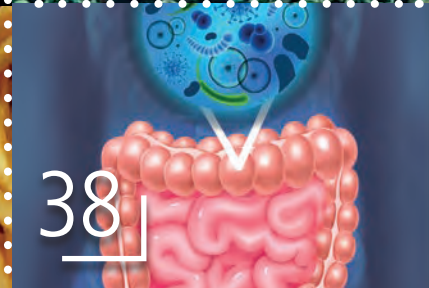
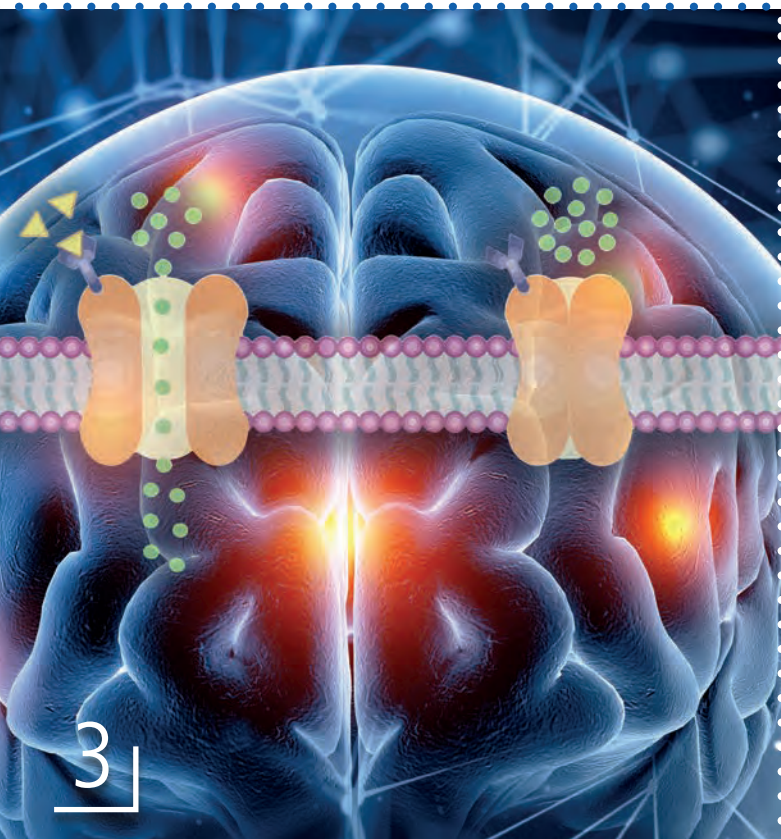
Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, Latindex, folio: 2429. 

## Artículos

- 3 **El canal  $Ca_v2.1$ : un protagonista clave en enfermedades neurológicas**  
ULISES MEZA VILLANUEVA
- 9 **Buscando virus en el drenaje: vigilancia epidemiológica basada en aguas residuales**  
DANIEL E. NOYOLA CHERPITEL
- 14 **La luz (infrarroja) sobre el yoga, depresión y bienestar**  
MICHELLE RENEE GOODRICK
- 20 **Los AGEs en la vida diaria**  
GICELA DE JESÚS GALVÁN ALMAZÁN
- 26 **Estudio comparativo de labiodegradabilidad de desinfectantes comerciales y desinfectantes biodegradable**  
KARLA XIMENA VARGAS BERRONES
- 31 **El pez cebra como modelo de estudio de enfermedades humanas**  
ANA PAULINA BARBA
- 38 **Influencia de la microbiota intestinal en el control de peso**  
MARCIA MENDOZA LÓPEZ

## Secciones

- 42 **DIVULGANDO ENTRE MOLÉCULAS**  
HISTORIAS DEL NOBEL
- 44 **PROTAGONISTA DE LA GINECOOBSTETRICIA**  
MARIBEL MARTÍNEZ DÍAZ
- 46 **NOTICIENCIAS**
- 47 **CIENCIA RANDOM**  
¿POR QUÉ EL AGUA CALIENTE SE CONGELA MÁS RÁPIDO QUE LA FRÍA?
- 48 **CIENTÍFICO DEL MES**  
MATILDE PETRA MONTOYA LAFRAGUA
- 49 **OCIO CON ESTILO LITERATURA**  
ENCUENTROS Y DESENCUENTROS:  
EL RESURGIR DE UN AMOR



Recibido: 27.06.2024 • Aceptado: 28.10.2024

Palabras clave: Canal de calcio, mutaciones, enfermedades neurológicas, epilepsia, ataxia

# El canal $Ca_v2.1$ : un protagonista clave en enfermedades neurológicas

ULISES MEZA VILLANUEVA

*umeza@uaslp.mx*

DANIRA A. RAMÍREZ DE LEÓN

*danira.ramirez@uaslp.mx*

DEPARTAMENTO DE FISIOLÓGIA Y BIOFÍSICA, FACULTAD DE MEDICINA, UASLP

Las técnicas de análisis genético permiten actualmente identificar proteínas involucradas en diversas enfermedades. Un caso ilustrativo es el canal de calcio  $Ca_v2.1$ , una proteína esencial de las neuronas. Cuando su actividad se ve alterada, se afecta el delicado control del sistema nervioso sobre la percepción sensorial, el movimiento y las capacidades cognitivas, lo que puede propiciar el desarrollo de enfermedades neurológicas. Este artículo explora los aspectos estructurales y funcionales del canal  $Ca_v2.1$ , así como el papel que desempeñan sus variantes disfuncionales en dichos padecimientos.

La epilepsia, la ataxia y la migraña son trastornos neurológicos conocidos, aunque sus causas moleculares no se comprenden por completo. Diversos estudios genéticos han revelado que estas enfermedades pueden estar relacionadas con el mal funcionamiento del canal de calcio  $\text{Ca}_v2.1$ , una proteína ubicada en la membrana de las neuronas. Este canal regula la entrada de iones de calcio en respuesta a estímulos eléctricos, un proceso esencial para la transmisión de señales entre neuronas. Cuando la actividad del canal  $\text{Ca}_v2.1$  se altera, las funciones que dependen de la comunicación y coordinación neuronal se ven afectadas, lo que facilita el desarrollo de enfermedades neurológicas (Tyagi, *et al.*, 2020).

### El canal $\text{Ca}_v2.1$ , un componente de la membrana neuronal

Todas las células de nuestro organismo están delimitadas por una membrana compuesta principalmente de lípidos y proteínas, la cual regula el intercambio de moléculas entre el interior y el exterior de la célula (Meza,

*et al.*, 2019). Entre estas proteínas se encuentran canales que controlan el paso de iones específicos a través de la membrana celular. En las neuronas, el canal  $\text{Ca}_v2.1$  permite la entrada de iones de calcio en respuesta a estímulos eléctricos. El control del flujo de calcio a través de estos canales es esencial para el funcionamiento adecuado de las neuronas y de los circuitos neuronales que coordinan procesos sensoriales, motores y cognitivos.

### Estructural del canal $\text{Ca}_v2.1$

El canal  $\text{Ca}_v2.1$  pertenece a una extensa familia de proteínas en la membrana celular que se activa en respuesta a estímulos eléctricos. Este canal está formado por tres subunidades (Figura 1). La subunidad principal, conocida como  $\alpha_{1A}$ , incluye una región que permite el paso de los iones de calcio y otra que detecta los estímulos eléctricos que activan el canal. Las otras subunidades auxiliares modulan la actividad del canal y aseguran su correcta localización y estabilidad en la membrana celular (Li, *et al.*, 2024).

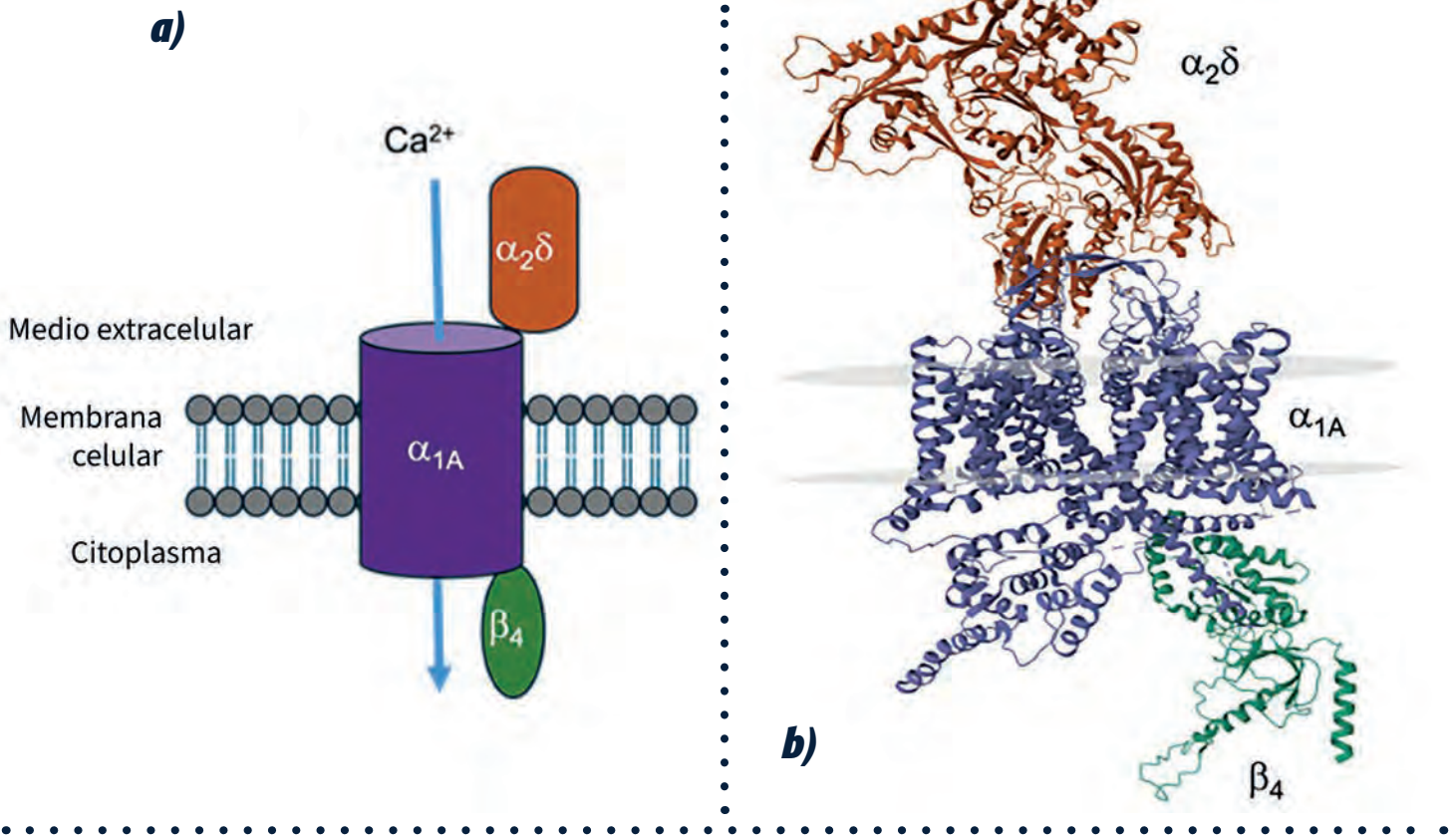


Figura 1. Los componentes del canal  $\text{Ca}_v2.1$ . a) Esquema de las subunidades constitutivas del canal. b) Vista lateral del modelo tridimensional del canal generado a partir de imágenes de alta resolución (<https://doi.org/10.2210/pdb8x91/pdb>)

Dentro de las enfermedades neurológicas asociadas a variantes del canal  $\text{Ca}_v2.1$  se destacan la migraña hemipléjica familiar tipo 1 y la ataxia episódica tipo 2

## Relevancia del canal $\text{Ca}_v2.1$

### en el sistema nervioso

Como se ha mencionado, el canal  $\text{Ca}_v2.1$  se expresa preferentemente en las neuronas del sistema nervioso, donde regula los circuitos neuronales responsables de funciones sensoriales, motoras y cognitivas. La función del canal es fundamental, pues la entrada de calcio a través de este, es la señal que desencadena la liberación de neurotransmisores, los mensajeros químicos necesarios para la transmisión de señales entre neuronas. Si la función del canal  $\text{Ca}_v2.1$  se ve comprometida, la capacidad de las neuronas para responder a estímulos eléctricos y la sincronización de las señales en los circuitos neuronales se ven afectadas, lo que puede conducir al desarrollo de trastornos neurológicos. Es importante señalar que la mayoría de las enfermedades neurológicas asociadas al canal  $\text{Ca}_v2.1$  involucran variantes disfuncionales de la subunidad principal  $\alpha_{1A}$  (Tyagi et al., 2020; Striessnig, 2021).

### Las variantes genéticas del canal $\text{Ca}_v2.1$

La subunidad  $\alpha_{1A}$  del canal  $\text{Ca}_v2.1$  es una de las muchas proteínas que nuestras neuronas pueden sintetizar y está codificada por el gen *CACNA1A*, que se encuentra en el cromosoma 19. La información contenida en este puede presentar cambios o mutaciones que generan diferentes variantes del canal (Lipman *et al.*, 2022). Se han identificado más de cien variantes genéticas de la subunidad  $\alpha_{1A}$ , cada una con distintos efectos funcionales. Algunas presentan cambios leves, que resultan de la sustitución de un aminoácido por otro con propiedades similares, mientras que otras tienen efectos drásticos o deletéreos debido a la sustitución de aminoácidos con propiedades bioquímicas muy diferentes.

### Enfermedades neurológicas asociadas

#### a variantes del canal $\text{Ca}_v2.1$

El uso de técnicas avanzadas de secuenciación genética ha permitido asociar un número creciente de variantes de la subunidad  $\alpha_{1A}$  del canal  $\text{Ca}_v2.1$  con diversas enfermedades neurológicas (Figura 2). Entre estas destacan la migraña hemipléjica familiar tipo 1 y la ataxia episódica tipo 2 (Tyagi *et al.*, 2020; Lipman *et al.*, 2022).

La migraña hemipléjica familiar tipo 1 se caracteriza por episodios prolongados de migraña acompañados de aura y debilidad motora en un solo lado del cuerpo.

Además, los pacientes suelen presentar atrofia en estructuras del sistema nervioso y problemas en la coordinación de movimientos. A nivel molecular, esta enfermedad se asocia con mutaciones que aumentan la actividad del canal  $Ca_v2.1$ , lo que incrementa la entrada de calcio en las neuronas e intensifica su actividad eléctrica.

Los pacientes con ataxia episódica tipo 2 experimentan episodios de vértigo, movimientos oculares descontrolados y convulsiones. En la mayoría de los casos, las mutaciones reducen la función del canal  $Ca_v2.1$ , afectando la comunicación entre las neuronas y la coordinación de los circuitos neuronales encargados de regular estas funciones.

En años recientes, se han identificado nuevas alteraciones genéticas relacionadas con enfermedades que presentan modificaciones severas en el desarrollo neurológico. Estos trastornos, aunque comparten ciertas características con la ataxia episódica tipo 1, también presentan neurodegeneración y problemas cognitivos. La caracterización funcional de estas nuevas variantes ha desafiado la clasificación clásica de ganancia o pérdida de función del canal  $Ca_v2.1$ . En algunos casos, una misma mutación puede atenuar una propiedad funcional del canal mientras potencia otra, lo cual ha llevado a replantear el análisis y la clasificación de los mecanismos subyacentes de los trastornos neurológicos.

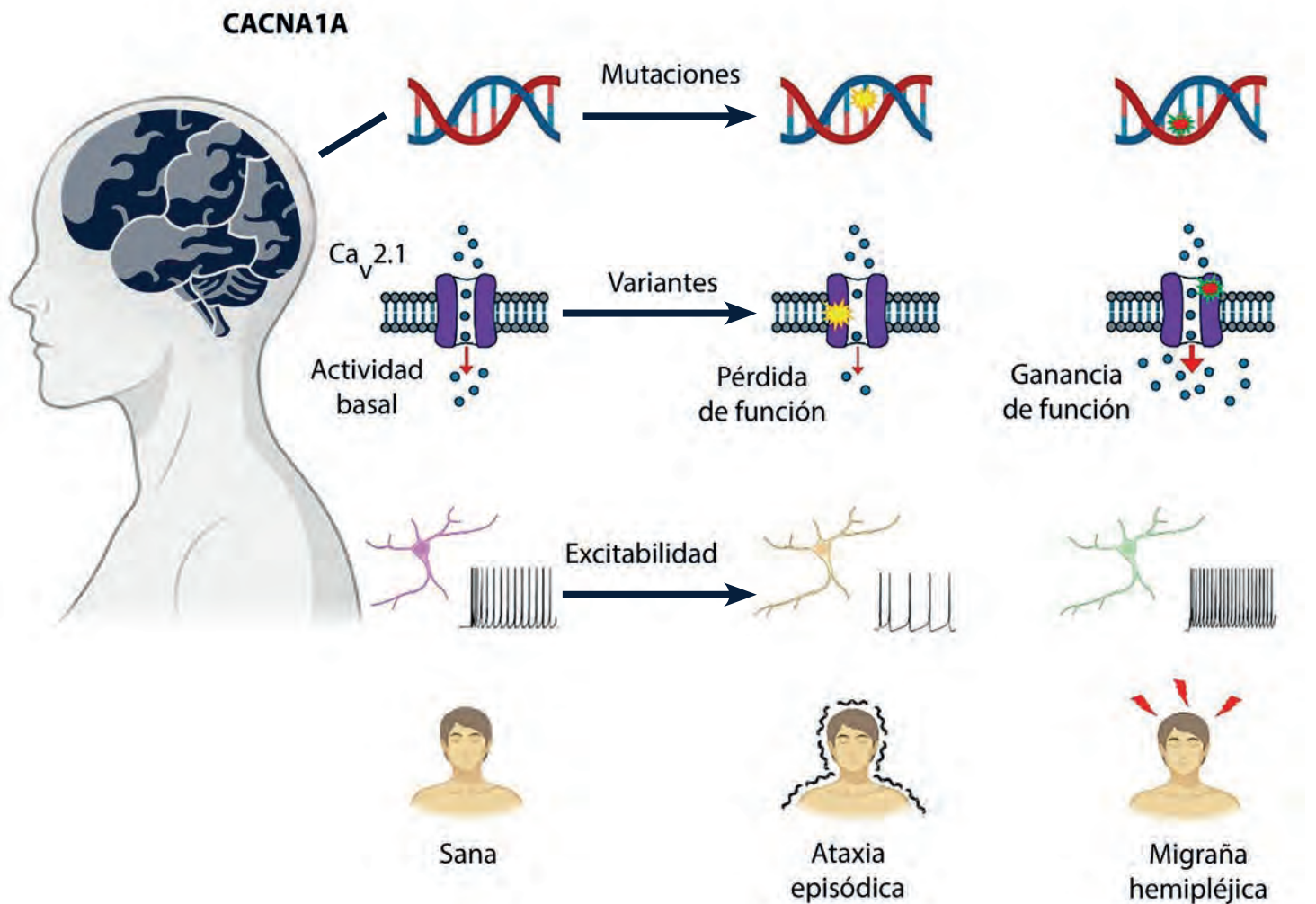


Figura 2. Enfermedades asociadas al mal funcionamiento del canal  $Ca_v2.1$ . El gen **CACNA1A** presenta mutaciones que resultan en variantes disfuncionales del canal  $Ca_v2.1$ , lo cual promueve diversas enfermedades neurológicas.

# El canal $Ca_v2.1$ : un protagonista clave en enfermedades neurológicas

La epilepsia, la ataxia y la migraña son trastornos neurológicos conocidos, aunque sus causas moleculares no se comprenden por completo. Diversos estudios genéticos han revelado que estas enfermedades pueden estar relacionadas con el mal funcionamiento del canal de calcio  $Ca_v2.1$



El Canal de Calcio  $Ca_v2.1$ , es una proteína ubicada en la membrana de las neuronas, y regula la entrada de iones de calcio en respuesta a estímulos eléctricos, un proceso esencial para la transmisión de señales entre neuronas. Cuando la actividad del canal  $Ca_v2.1$  se altera, las funciones que dependen de la comunicación y coordinación neuronal se ven afectadas, lo que facilita el desarrollo de enfermedades neurológicas.



La función del canal es fundamental, pues la entrada de calcio a través de este, es la señal que desencadena la liberación de neurotransmisores, los mensajeros químicos necesarios para la transmisión de señales entre neuronas. Si la función del canal  $Ca_v2.1$  se ve comprometida, la capacidad de las neuronas para responder a estímulos eléctricos y la sincronización de las señales en los circuitos neuronales se ven afectadas, lo que puede conducir al desarrollo de trastornos neurológicos.



Las enfermedades neurológicas asociadas al canal  $Ca_v2.1$  representan un desafío considerable debido a su complejidad y diversidad. La identificación de las mutaciones genéticas que afectan la función de este canal ha permitido una mejor comprensión de las bases moleculares de estas patologías, abriendo nuevas posibilidades para el desarrollo de terapias dirigidas. Avanzar en la investigación sobre el canal  $Ca_v2.1$  y sus variantes disfuncionales es esencial para diseñar estas terapias y mejorar el tratamiento de las enfermedades neurológicas relacionadas.

Meza y Ramírez (2024), *Universitarios Potosinos*. 279, pp. 3-8






## ULISES MEZA VILLANUEVA

Es Licenciado en Biología por la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. Maestría y Doctorado en Ciencias en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional Posdoctorado, en la Universidad de Iowa, EEUU. Actualmente se desempeña como profesor-investigador de tiempo completo en la Facultad de Medicina, UASLP. Se encuentra trabajando en proyectos, tales como: Caracterización funcional y molecular de variantes del canal de calcio CaV2.1 asociadas con enfermedades neurodegenerativas (COPOCYT No. FME/2023/SE-08/08). Y Biofísica estructural y funcional de las membranas biológicas (CONAHCYT No. 975).

### Comentario final

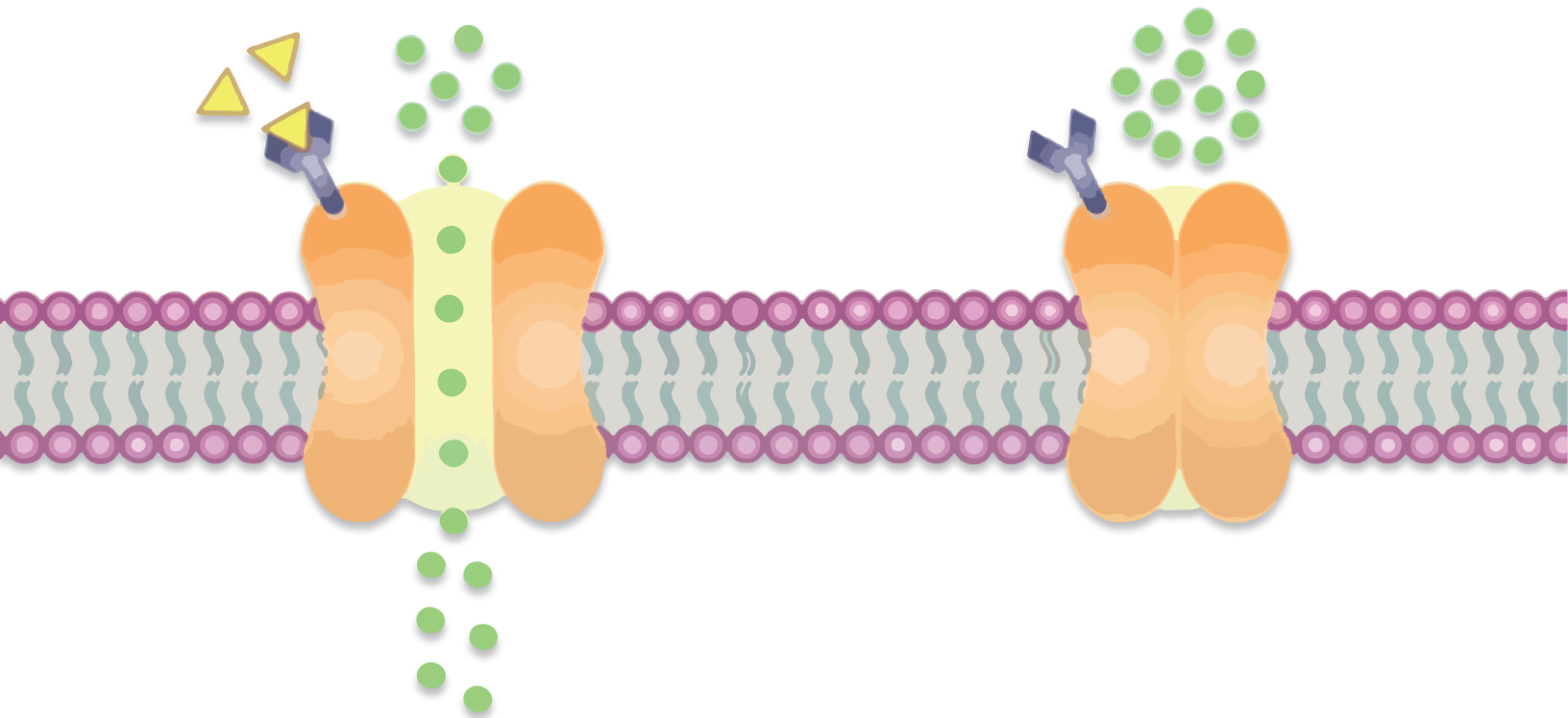
Las enfermedades neurológicas asociadas al canal CaV2.1 representan un desafío considerable debido a su complejidad y diversidad. La identificación de las mutaciones genéticas que afectan la función de este canal ha permitido una mejor comprensión de las bases moleculares de estas patologías, abriendo nuevas posibilidades para el desarrollo de terapias dirigidas. Avanzar en la investigación sobre el canal CaV2.1 y sus variantes disfuncionales es esencial para diseñar estas terapias y mejorar el tratamiento de las enfermedades neurológicas relacionadas. 

### Agradecimientos

Este trabajo fue apoyado por el Consejo Potosino de Ciencia y Tecnología a través del convenio FME/2023/SE-08/08 otorgado a U.M.

### Referencias bibliográficas:

- Li, Z., Cong, Y., Wu, T., Wang, T., Lou, X., Yang, X., & Yan, N. (2024). Structural basis for different  $\omega$ -agatoxin IVA sensitivities of the P-type and Q-type CaV2.1 channels. *Cell Research*, 34: 455–457. <https://doi.org/10.1038/s41422-024-00940-5>
- Lipman, A. R., Fan, X., Shen, Y., & Chung, W. K. (2022). Clinical and genetic characterization of CACNA1A-related disease. *Clinical Genetics*, 102: 288–295. <https://doi.org/10.1111/cge.14180>
- Meza, U., Romero-Méndez A. C., & Sánchez-Armass, S. (2019). La membrana plasmática: frontera dinámica de la célula. *Universitarios Potosinos*, UASLP, 235: 12–17
- Striessnig J. (2021). Voltage-gated Ca<sup>2+</sup> Channel  $\alpha 1$  subunit de novo missense mutations: gain or loss of function - Implications for potential therapies. *Frontiers in Synaptic Neuroscience*, 13: 634760. <https://doi.org/10.3389/fnsyn.2021.634760>
- Tyagi, S., Ribera, A. B., & Bannister, R. A. (2020). Zebrafish as a model system for the study of severe CaV2.1 ( $\alpha 1A$ ) channelopathies. *Frontiers in Molecular Neuroscience*, 12, 329. <https://doi.org/10.3389/fnmol.2019.00329>



Recibido: 07.09.2024 • Aceptado: 22.10.2024

Palabras clave: Virus, epidemiología, aguas residuales, SARS-COV2, vigilancia epidemiológica.

# Buscando virus en el drenaje: vigilancia epidemiológica basada en aguas residuales

DANIEL E. NOYOLA CHERPITEL

*dnoyola@uaslp.mx*

JUAN CARLOS MUÑOZ ESCALANTE

*carlos.escalante@uaslp.mx*

PEDRO TORRES GONZÁLEZ

*pedro.torres@uaslp.mx*

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS DE LA SALUD Y BIOMEDICINA, UASLP

Las enfermedades infecciosas son una causa importante de enfermedad en todo el mundo y en los últimos años se han presentado diversas epidemias con alcance global. La vigilancia epidemiológica es uno de los elementos centrales para la identificación temprana de brotes y la instalación oportuna de medidas para controlar a los agentes infecciosos. En años recientes un enfoque innovador ha cobrado mucho interés: la vigilancia basada en aguas residuales, que complementa los métodos tradicionales de detección. En este artículo se describen las bases para la implementación de un sistema de vigilancia basado en aguas residuales y se comparte información sobre los proyectos que actualmente se realizan en este tema en la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Las enfermedades infecciosas son una de las principales causas de enfermedad y muerte en todo el mundo. Epidemias provocadas por agentes infecciosos desconocidos pueden tener grandes impactos en la salud pública, la economía y la vida cotidiana. Ejemplos recientes, como la pandemia de influenza A(H1N1) en 2009 y la emergencia sanitaria provocada por el SARS-CoV-2, subrayan la importancia de detectar estos agentes a tiempo. La identificación temprana de infecciones en una comunidad es crucial para implementar medidas efectivas que limiten la propagación de brotes y minimicen sus impactos. Para lograrlo, se han desarrollado diversos sistemas de vigilancia epidemiológica en todo el mundo. Sin embargo, un enfoque innovador ha recibido mucha atención en los últimos años: la vigilancia basada en aguas residuales, que complementa los métodos tradicionales de detección.

### **¿Cómo funciona la vigilancia basada en aguas residuales?**

La vigilancia epidemiológica basada en aguas residuales se basa en la gran cantidad y concentración de agentes infecciosos que se excretan a través de las heces de las personas infectadas. Esto es especialmente evidente en patógenos que causan infecciones gastrointestinales, como el rotavirus y los calicivirus. Al analizar muestras de aguas residuales, los científicos pueden detectar la presencia de virus que están causando brotes en la comunidad. Incluso virus que afectan principalmente el tracto respiratorio, como el SARS-CoV-2, también se

excretan en grandes cantidades en las heces, lo que permite su detección en aguas residuales.

Este enfoque implica un muestreo sistemático de las aguas residuales para identificar patógenos asociados a epidemias. Diversas investigaciones han demostrado que las concentraciones de ciertos patógenos en estas muestras pueden reflejar la prevalencia de las enfermedades en la población. En algunos casos, es posible detectar un agente infeccioso en aguas residuales antes de que se identifiquen casos clínicos a través de métodos de vigilancia tradicionales.

### **Toma de muestras para el monitoreo de aguas residuales**

La toma de muestras para el monitoreo de aguas residuales es un proceso crucial que garantiza la calidad y precisión de los análisis. Existen dos métodos principales para la recolección de muestras: muestras puntuales y muestras compuestas.

El monitoreo mediante muestras puntuales implica la recolección de una sola muestra en un momento específico. Aunque es más simple, esta muestra puede no ser representativa de las características del agua en general, ya que las concentraciones de los patógenos pueden variar a lo largo del día. Por lo tanto, es importante elegir un momento adecuado para la recolección, como durante las horas pico de flujo en las plantas de tratamiento de aguas residuales.

En el caso de las muestras compuestas, es necesario recolectar varias muestras a lo largo del tiempo y combinarlas en una sola muestra. Esto permite obtener una representación más precisa de la concentración de patógenos en el agua, ya que se promedian las variaciones a lo largo del día. Por ejemplo, se pueden tomar muestras cada hora durante un período de 24 horas y luego mezclar estas muestras para el análisis.

Una vez recolectadas, las muestras deben almacenarse adecuadamente, generalmente a temperaturas frías, para preservar la integridad de los microorganismos hasta que se realicen los análisis en el laboratorio. Este proceso es esencial para asegurar que los resultados sean confiables y útiles para la vigilancia epidemiológica.

### **Métodos para la detección de virus en aguas residuales**

Para llevar a cabo la vigilancia basada en aguas residuales, se emplean diversos métodos de laboratorio que permiten identificar y analizar los patógenos presentes en las muestras. A continuación, se describen algunos de los que se utilizan más frecuentemente para la detección de virus, los principales agentes infecciosos que se incluyen en los programas de vigilancia epidemiológica:

1. Reacción en cadena de la polimerasa (PCR). Este es uno de los métodos más utilizados para detectar el material genético de los virus en las aguas residuales. La PCR permite detectar pequeñas cantidades de ADN o ARN en una muestra, lo que facilita la identificación de patógenos específicos, como el SARS-CoV-2.

2. Secuenciación genómica. Este método permite analizar con detalle las características del material genético de los patógenos presentes en las aguas residuales. A través de la secuenciación, los científicos pueden identificar variantes del virus y entender su evolución y propagación. En contraste con la simple detección de los patógenos, este método permite identificar la aparición de nuevas cepas que podrían ser más contagiosas o resistentes a tratamientos.

3. Cultivo viral. Aunque menos común en el análisis de aguas residuales, el cultivo viral puede utilizarse para aislar y estudiar el comportamiento de ciertos virus. Este método ayuda a entender si los virus presentes en la muestra

Dentro de los métodos para detección de virus en aguas residuales se destacan:

1. Reacción en cadena de la polimerasa (PCR).
2. Secuencia genómica.
3. Cultivo viral.
4. Microscopia electrónica.

tienen la capacidad de infectar células y, por lo tanto, ser una fuente potencial de contagio.

4. Microscopía electrónica. Este método permite observar los virus y otros microorganismos con un alto nivel de detalle. El microscopio electrónico permite a los científicos ver las estructuras de los virus y cómo se comportan en las aguas residuales. Esto es especialmente útil para identificar nuevos patógenos, ya que proporciona imágenes de alta resolución que muestran ciertas características que no se pueden detectar con otros métodos. La microscopía electrónica puede ayudar a confirmar la presencia de virus en las muestras y a estudiar su morfología, lo que ayuda a entender su potencial de propagación y virulencia.

La disponibilidad de métodos de laboratorio es fundamental para garantizar que la vigilancia basada en aguas residuales sea efectiva y precisa, permitiendo a los investigadores y autoridades de salud pública tomar decisiones informadas y oportunas.

### **Ventajas de la vigilancia basada en aguas residuales**

La vigilancia basada en aguas residuales ofrece múltiples ventajas que la convierten en una herramienta atractiva para la salud pública:

1. Cobertura amplia. Este método permite evaluar una gran parte de la población a través de un número reducido de muestras, facilitando la detección temprana de agentes infecciosos sin necesidad de identificar a cada individuo enfermo.
2. Simplificación en organización del sistema de vigilancia. En la vigilancia basada en aguas residuales no se requiere que el personal de salud

identifique pacientes con síntomas específicos, lo que disminuye la necesidad de coordinación y el envío de información desde múltiples fuentes.

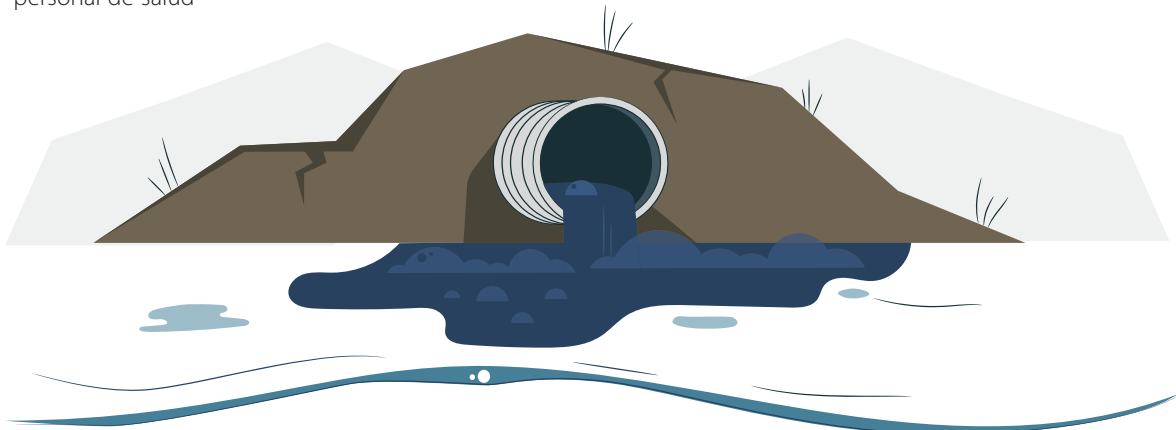
3. Monitoreo eficiente. A través de un número limitado de muestras, es posible monitorear la circulación de diversos patógenos en grandes poblaciones, lo que reduce la cantidad de muestras y pruebas de laboratorio necesarias.

4. Detección temprana de brotes. Varios estudios han demostrado que el SARS-CoV-2 fue detectado en aguas residuales al menos una semana antes de que se identificaran los primeros casos clínicos en una población o país, lo que sugiere que la vigilancia de aguas residuales puede ser más eficiente que la vigilancia tradicional para identificar virus emergentes y responder rápidamente a posibles pandemias.

5. Múltiples aplicaciones. Además de la vigilancia de enfermedades infecciosas, este enfoque se ha utilizado para monitorear la resistencia bacteriana a antimicrobianos y para identificar el consumo de drogas ilícitas en poblaciones.

### **Ventajas económicas de la vigilancia basada en aguas residuales**

Además de los beneficios en la detección y control de enfermedades, la vigilancia basada en aguas residuales también presenta ventajas económicas significativas. Este enfoque permite una reducción en costos en comparación con los métodos tradicionales, ya que no se requiere de un sistema complejo para la identificación individual de casos y pueden obtenerse excelentes resultados a través del análisis de un número reducido de muestras de aguas residuales en comparación con el número de muestras de pacientes que requieren los sistemas de vigilancia clínicos.



Médico Cirujano por la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), con posgrado en Infectología Pediátrica por Baylor College of Medicine. Profesor-Investigador en la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, de igual manera es Director del Centro de Investigación en Ciencias de la Salud y Biomedicina (CICSAB) de UASLP. Actualmente se encuentra trabajando en Desarrollo de un sistema multidisciplinario para la vigilancia epidemiológica de infecciones emergentes y con potencial epidémico en aguas residuales y unidades centinela en el área metropolitana de San Luis Potosí (Proyecto FME/2023/SE-08/20, Fideicomiso 23871).



Por otro lado, la detección temprana de brotes a través de este método puede dar lugar a intervenciones más oportunas, con lo que se pueden reducir los costos asociados con la atención médica, el tratamiento de enfermedades y la pérdida de productividad debido a incapacidad. Por ejemplo, si se logra identificar un brote de SARS-CoV-2 en una comunidad antes de que se propague, se pueden implementar medidas de contención más efectivas, lo que a su vez puede reducir el impacto económico en el sistema de salud y en la economía local.

### Vigilancia epidemiológica en aguas residuales en México

El uso de aguas residuales para estudios epidemiológicos no es un concepto nuevo, pero ha cobrado relevancia en los últimos años. En México, se han implementado monitoreos ambientales como parte de estrategias de vigilancia de cólera y poliovirus durante décadas. Más recientemente, a raíz de la pandemia de SARS-CoV-2, se han desarrollado proyectos específicos para detectar este virus en aguas residuales en diversas localidades.

En San Luis Potosí, en el Centro de Investigación en Ciencias de la Salud y Biomedicina de la UASLP, estamos llevando a cabo un proyecto que busca establecer un sistema de vigilancia epidemiológica mediante la detección de virus respiratorios y entéricos en aguas residuales con el apoyo del Consejo Potosino de Ciencia y Tecnología (Fideicomiso 23871 de Multas Electorales, clave FME/2023/SE-08/20). En la primera fase del proyecto, se han implementado métodos moleculares que nos han permitido identificar la presencia de SARS-CoV-2, virus de influenza, virus sincicial respiratorio, rotavirus y virus de hepatitis A en el área metropolitana. Además, estamos empleando técnicas de microscopía electrónica para identificar virus en las aguas residuales con ayuda de la inteligencia artificial. La siguiente fase del proyecto evaluará si el monitoreo de estos patógenos en

aguas residuales puede facilitar la identificación temprana de brotes epidémicos, contribuyendo así a un control más efectivo de las crisis sanitarias.

### Conclusión

La vigilancia epidemiológica basada en aguas residuales representa un avance significativo en la forma en que se monitorean y controlan las enfermedades infecciosas. Su capacidad para detectar patógenos de manera temprana y eficiente, así como su aplicación en diversas áreas de la salud pública, la convierten en una herramienta indispensable en la lucha contra las epidemias. Tomando en cuenta que en el futuro seguramente nos enfrentaremos a nuevos agentes infecciosos con potencial pandémico, es fundamental integrar y expandir el uso de esta innovadora estrategia en los sistemas de salud pública. **LP**

### Referencias

- Chacon, L., Morales, E., Valiente, C., Reyes, L., & Barrantes, K. (2021). Wastewater-based epidemiology of enteric viruses and surveillance of acute gastrointestinal illness outbreaks in a resource-limited region. *Am J Trop Med Hyg*, 105(4), 1004-1012. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.21-0050>
- Hart, O. E., & Halden, R. U. (2020). Computational analysis of SARS-CoV-2/COVID-19 surveillance by wastewater-based epidemiology locally and globally: Feasibility, economy, opportunities and challenges. *Sci Total Environ*, 730, 138875. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138875>
- Toribio-Avedillo, D., Gomez-Gomez, C., Sala-Comorera, L., Rodriguez-Rubio, L., Carcereny, A., Garcia-Pedemonte, D., Pinto, R. M., Guix, S., Galofre, B., Bosch, A., Merino, S., & Muniesa, M. (2023). Monitoring influenza and respiratory syncytial virus in wastewater. Beyond COVID-19. *Sci Total Environ*, 892, 164495. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164495>

Recibido: 31.10.2023 • Aceptado: 15.10.2024

Palabras clave: Yoga, depresión, ansiedad, cerebro activid fNIRS  
(espectroscopia funcional en el cercano infrarrojo)

# La luz (infrarroja) sobre el yoga, depresión y bienestar

MICHELLE RENEE GOODRICK  
ESTUDIANTE DEL DOCTORADO INSTITUCIONAL EN INGENIERÍA Y CIENCIAS  
DE MATERIALES (DICIM), UASLP  
[a363216@alumnos.uaslp.mx](mailto:a363216@alumnos.uaslp.mx)  
EDGAR GUEVARA  
INVESTIGADOR POR MÉXICO (IXM) ADSCRITO A LA COORDINACIÓN PARA  
LA INNOVACIÓN Y APLICACIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA, UASLP  
[edgar.guevara@uaslp.mx](mailto:edgar.guevara@uaslp.mx)

A menudo, el conocimiento valioso del mundo natural se pierde en el caos de la historia y la antigua práctica del yoga no es una excepción. No obstante, la literatura científica actual está acumulando evidencia de los beneficios psicológicos del yoga. Gracias a la utilización de la tecnología innovadora de neuroimagen, nuevos conocimientos neurológicos sobre los efectos del yoga en el cerebro están saliendo a la luz.

Durante miles de años, la importancia de la limpieza (*Saucha* en sánscrito) para la salud humana y la felicidad fue observada y registrada por los sabios de la India. En los antiguos textos indios de las Puranas que relatan mitos, historias de dioses, la creación del universo y enseñanzas espirituales, se daban instrucciones detalladas sobre la preparación de alimentos, la fabricación de jabón, el baño y el lavado de manos.

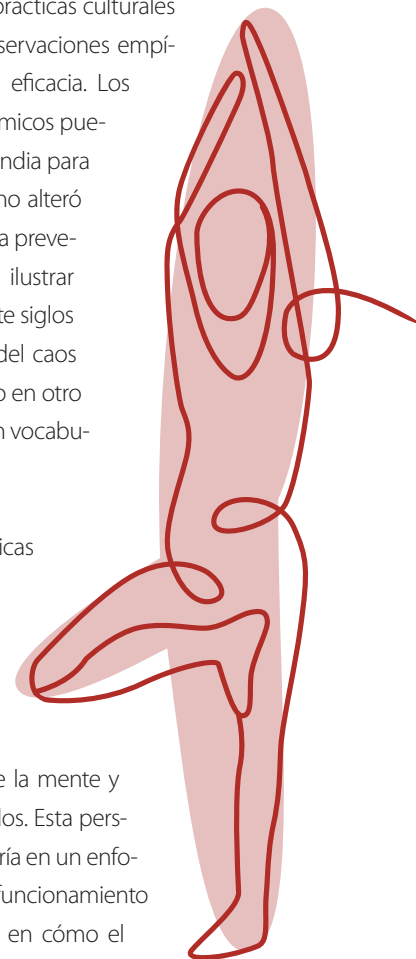
Durante un tiempo, los europeos también adquirieron el hábito cultural oriental de *Saucha*, pero lo perdieron a raíz de la creencia cultural de que el agua y el calor eran una de las causas detrás de la Peste Negra en París. En consecuencia, existieron casi 400 años de higiene extremadamente deficiente. Según el libro *The dirt on clean: An unsanitized history*, de Katherine Ashenburg, este comportamiento fue reforzado por la idea de que abstenerse del uso de agua y jabón se convirtió en una forma de distinguir a los católicos piadosos de los judíos, musulmanes y "paganos" más limpios del Nuevo Mundo (Ashenburg, 2010). Esta perspectiva en Europa comenzó a cambiar a finales de 1800 después de que el médico húngaro Ignaz Semmelweis registrara meticulosamente que sus observaciones sobre cómo lavarse las manos con agua y jabón reducía significativamente la mortalidad materna e infantil. Sin embargo, a pesar de la prueba empírica, la insistencia de Semmelweis en institucionalizar esta práctica higiénica en los hospitales se empezó a implementar hasta 1980, cuando se publicaron las primeras directrices nacionales sobre el lavado de manos en los Estados Unidos de América.

Debido al miedo, la política y los estragos de la colonización, la sabiduría de las prácticas higiénicas como lavarse las manos había sido rechazada y perdida en ambos

hemisferios del mundo. No fue hasta que la ciencia materialista moderna, con la ayuda de microscopios, pudo explicar racionalmente el mecanismo detrás de los beneficios observados del lavado de manos y la higiene personal, que, una vez más, este hábito comenzó a ganar aceptación y se convirtió en un pilar en las instituciones de salud.

Contamos la historia del lavado de manos y la higiene aquí porque deseamos transmitir cómo las prácticas culturales antiguas a menudo se basaban en observaciones empíricas y documentos que respaldan su eficacia. Los microscopios y los tubos de ensayo químicos pueden no haber estado disponibles en la India para explicar la mecánica celular, pero esto no alteró la efectividad de una buena higiene para prevenir enfermedades. También queremos ilustrar cómo el conocimiento adquirido durante siglos puede perderse fácilmente en medio del caos de la historia solo para ser redescubierto en otro tiempo en otro lugar, aunque sea con un vocabulario diferente.

Al igual que lo acontecido con las prácticas higiénicas de *Saucha*, la visión oriental de que el cuerpo físico actuaba interdependientemente de la salud mental se vio ensombrecida en el mundo occidental a mediados de 1600 con la filosofía cartesiana, que argumenta que la mente y el cuerpo eran entes distintos y separados. Esta perspectiva filosófica eventualmente resultaría en un enfoque de la psicología que enfatizaba el funcionamiento interno de la mente con poco énfasis en cómo el funcionamiento del cuerpo físico en sí podría estar





afectando la salud mental. Por ejemplo, el desmayo, muy común entre las mujeres de la época victoriana, fue visto como un síntoma psicológico de histeria en lugar de un resultado fisiológico de los corsés excesivamente apretados que se usaban y reducían severamente el flujo de oxígeno al cerebro.

La importancia de que el cuerpo físico sea un factor significativo en el cambio del pensamiento abstracto comenzó a reaparecer en el mundo occidental a finales del siglo XVIII, como lo demuestra la publicación de *Los principios de la psicología*, de William James (1890), un filósofo, médico y psicólogo estadounidense. James escribió que era más fácil cambiar la forma en que una persona pensaba a través de la acción que solo mediante el pensamiento. Desde entonces, sus observaciones han sido confirmadas por otros investigadores, tanto estadounidenses como de otras partes del mundo, quienes han publicado artículos que demuestran que simplemente cambiar la postura física puede afectar la capacidad de recordar palabras positivas o negativas (Michalak *et al.*, 2015), aumenta el bienestar (Jang *et al.*, 2019) y que el agregar ejercicio físico a una rutina diaria puede ser 1.5 veces más efectivo que tomar un antidepresivo (Singh *et al.*, 2023).

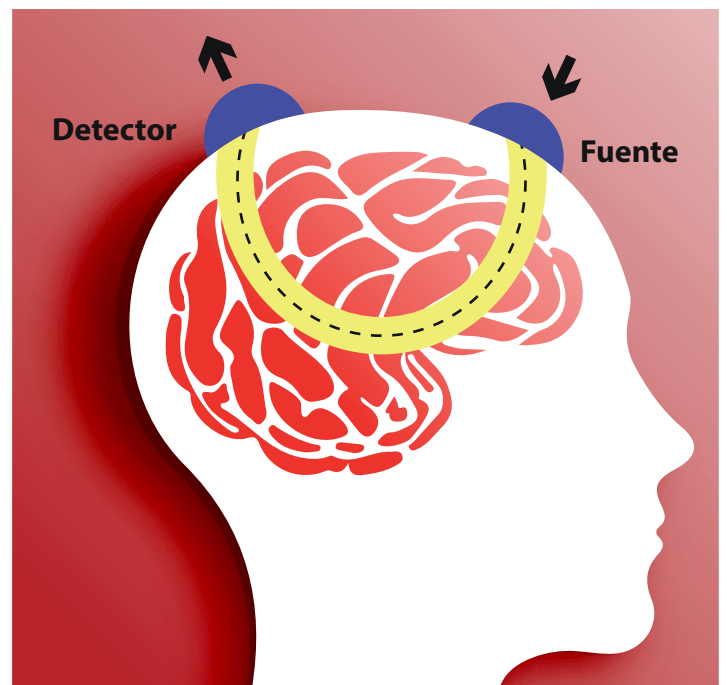
Estas investigaciones modernas y las publicaciones de William James hacen eco de las observaciones realizadas por los sabios hindúes de miles de años atrás. Los sabios y médicos indios postularon que una persona que sufría de síntomas como tristeza, pesadez, falta de energía, pensamientos negativos y repetitivos, falta de motivación y bajos niveles generales de bienestar, estaba experimentando una falta de *Prana* (energía vital / oxígeno), específicamente alrededor del cerebro y el corazón. En términos actuales, tales síntomas serían etiquetados como depresión mayor, un diagnóstico que ha aumentado 25 % a nivel mundial a raíz de la pandemia, según el informe COVID-19 *pandemic triggers 25% increase in prevalence of anxiety and depression worldwide*. (World Health Organization, 2022). Sin embargo, a diferencia de muchos profesionales de la salud mental de hoy, a los pacientes hindúes no se le recetaba un antidepresivo ni se le guiaba a través del psicoanálisis.

Estos curanderos hindúes probablemente habrían guiado al paciente a través de un proceso que implicaba la alteración de varios patrones de pensamiento (meditación),

respiración (*pranayama*) y alimentación (*ayurveda*), así como el cambio de su perspectiva enseñándoles cómo ejecutar conscientemente formas físicas (*asana*) que estiran el área del pecho (flexiones hacia atrás) y colocan la cabeza debajo del corazón (inversiones), todo en un esfuerzo de regular el movimiento del *Prana* a estas áreas.

Actualmente, se ha observado por medio de tomografía por emisión de positrones (PET) e Imagenología por Resonancia Magnética (MRI) que los pacientes diagnosticados con ansiedad, depresión mayor y adicción muestran una desregulación en su actividad y el flujo de oxigenación cerebral, especialmente alrededor de la zona de la corteza prefrontal. Parece que las antiguas observaciones sobre los niveles de 'Prana (es decir, oxígeno)' y su efecto sobre el estado de ánimo están encontrando apoyo en la ciencia occidental moderna.

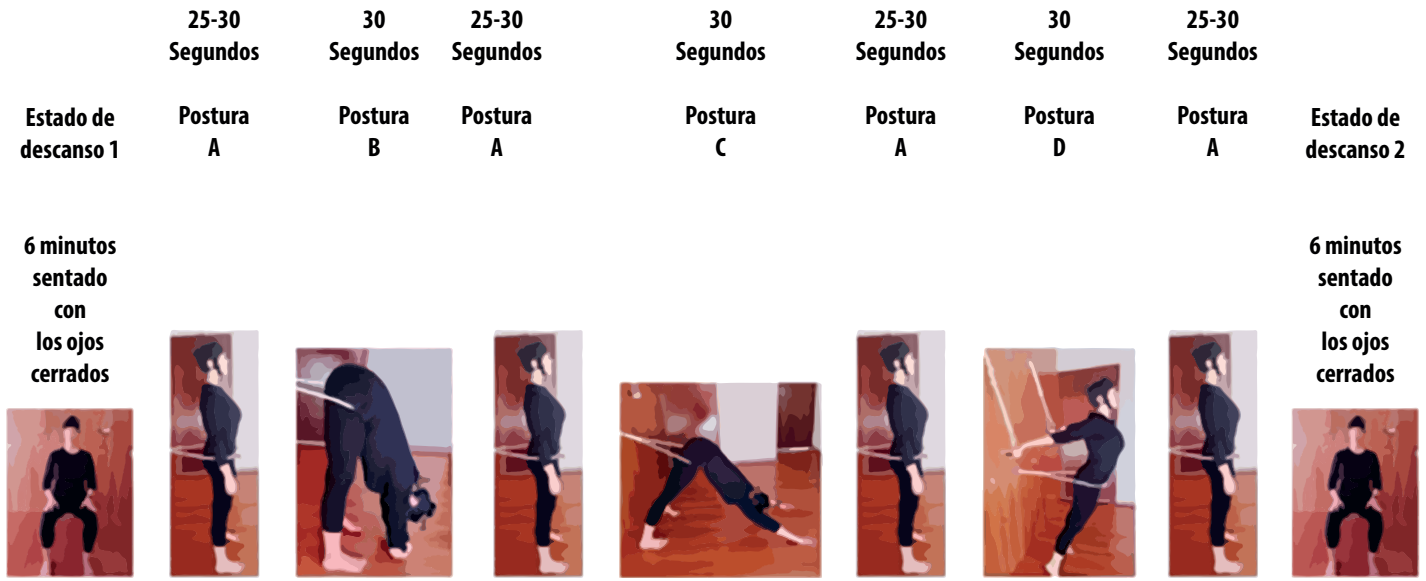
Basado en las metodologías de estudio cerebral mencionadas, se podría teorizar que el aumento de la actividad cerebral resultaría en un aumento de la oxigenación y el flujo sanguíneo al cerebro, lo que, a su vez, podría manifestarse en una reducción de los síntomas depresivos. Hay una cantidad creciente de investigación de neuroimagen que respalda la eficacia de las prácticas de meditación y respiración yóguicas para modificar la actividad cerebral y aliviar los síntomas de la depresión, aumentando el bienestar (Uebelacker *et al.*, 2010; van Aalst *et al.*, 2020).



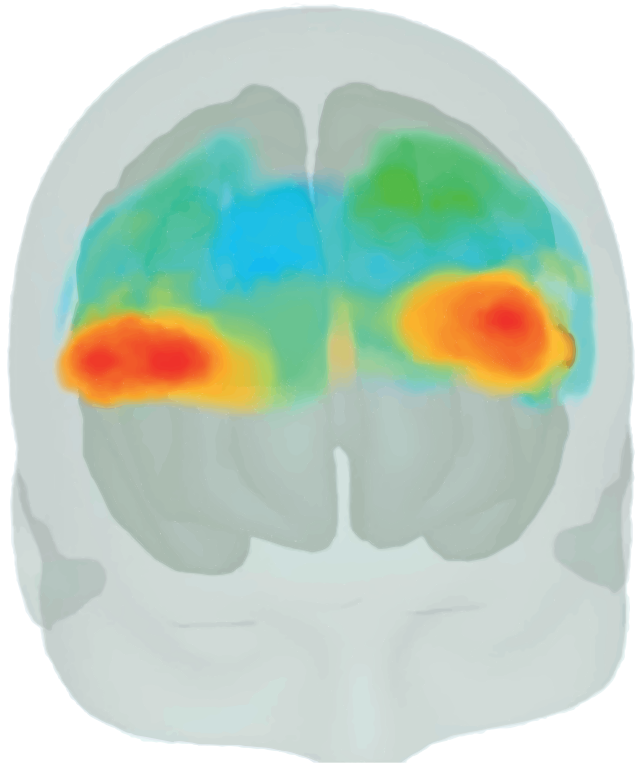
a)

0

1380s



b)



c)

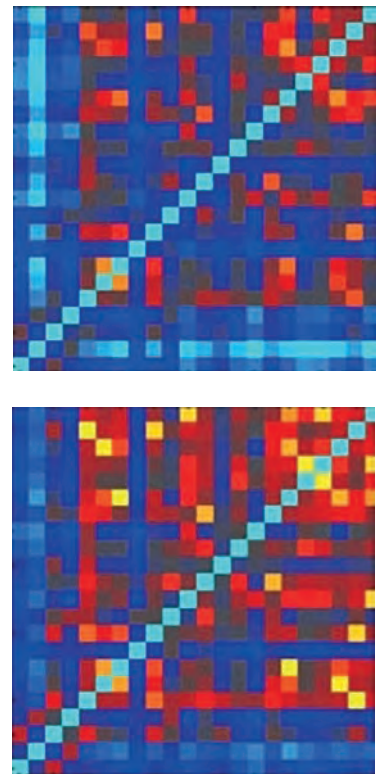


Figura 2.

a) Las posturas (yoga asana) B, C y D se repiten 8 veces al azar con la postura A (postura basal) ejecutada entre cada postura durante 25 -30. En una posición sentada, los estados de reposo se midieron antes y después. b) Un aumento significativo de la actividad en el PFC durante yoga asana. c) Mapa de conectividad interhemisférica. Los colores cálidos indican mayor conectividad y se muestra una disminución significativa de conectividad en la corteza pre-frontal orbital después de practicar yoga asana.

La tecnología fNIRS  
emplea la luz en el cercano  
infrarrojo para cartografiar  
la actividad cerebral a  
través de la observación  
de niveles de saturación de  
oxígeno en la hemoglobina

Sin embargo, las formas físicas de yoga asana y su relación con la actividad cerebral han permanecido en gran parte inexploradas debido a que la mayoría de los métodos de neuroimagen, como el PET y el MRI, requieren que el paciente permanezca inmóvil durante las mediciones, lo que limita el estudio de yoga a las prácticas de respiración y meditación. No obstante, gracias a una técnica experimental de neuroimagen no invasiva y portátil conocida como fNIRS (espectroscopia funcional de infrarrojo cercano) las cosas en el mundo de la neuroimagen están empezando a cambiar.

La tecnología fNIRS emplea la luz en el cercano infrarrojo para cartografiar la actividad cerebral a través de la observación de niveles de saturación de oxígeno en la hemoglobina (Figura 1). Un aumento en la saturación de oxígeno en la hemoglobina indica una mayor actividad cerebral, mientras que una disminución refleja una menor actividad.

Hay algo poético en el uso de la luz para estudiar los efectos de los asanas de yoga en la actividad cerebral, ya que uno de los libros más populares sobre asanas de yoga se titula *La luz sobre el yoga*, escrito por el gurú de renombre mundial, B.K.S. Iyengar, quien también hizo popular el uso de cuerdas ancladas a la pared, que ayudan a los practicantes de yoga en la ejecución de yoga asana. Estos apoyos permitieron que la práctica de asana sea más accesible para todos los diferentes niveles de experiencia. Estos apoyos permitieron a los investigadores en este experimento de neuroimagen actual explorar cómo la forma física en sí misma, podría influir en la actividad cerebral.

Para explorar los efectos del yoga asana en la actividad cerebral, los investigadores reclutaron a 30 participantes con una edad mediana de 39 años, con distintos niveles de experiencia en la práctica de yoga. La corteza prefrontal (PFC) fue seleccionada como el área de enfoque, dada su asociación previamente establecida con la depresión y el bienestar. Con el





Es terapeuta de yoga con una licenciatura en psicología, una maestría de ciencias en sociología aplicada y actualmente es estudiante en el Doctorado Institucional en Ingeniería y Ciencia de Materiales (DICIM) UASLP. Aplicando la tecnología de fNIRS, está investigando cómo la actividad cerebral y los estados de ánimo están afectados por las prácticas de yoga. Puede encontrar más información en [www.karmukayoga.com](http://www.karmukayoga.com).

gorrito fNIRS asegurado en su lugar, la actividad cerebral en la PFC se registró antes, durante y después de la práctica de 23 minutos de yoga asana (Figura 2a). No se realizaron ejercicios de meditación o respiración.

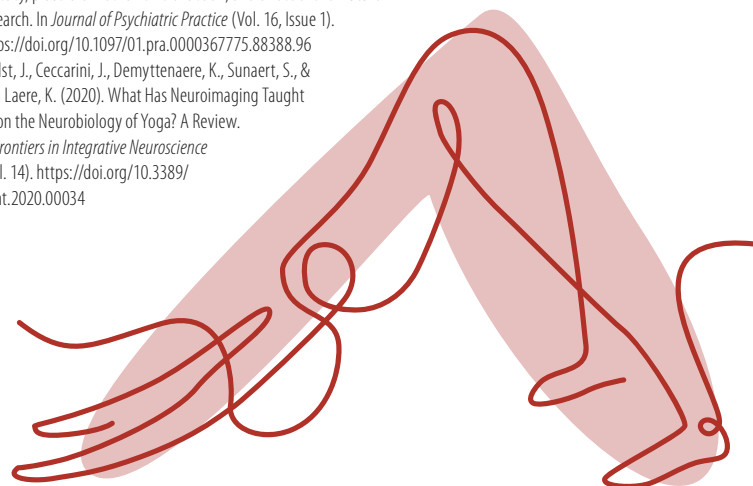
Los resultados del experimento mostraron un aumento significativo de la actividad en la PFC, específicamente en la región dorsolateral de esta área del cerebro (Figura 2b), en comparación con la postura basal. Al analizar los estados de reposo antes y después de la práctica de asana, los investigadores se sorprendieron al observar que había una reducción significativa en la conectividad en el área prefrontal medial del cerebro después de practicar yoga asana (Figura 2c). Varios estudios han establecido que la disminución de la actividad cerebral en esa área está asociada con la red neuronal por defecto (DMN, por sus siglas en inglés: Default Mode Network). La DMN se refiere a la sincronización de actividad en diferentes regiones, como la corteza prefrontal medial, el precúneo y la corteza parietal posterior. Su funcionamiento es esencial para la autorreflexión y la creatividad, y se ha observado que, a menudo, presenta “hiperconectividad” en personas que padecen depresión, adicción y soledad.

Estos resultados iniciales, que muestran un aumento de la actividad en el dorsolateral PFC durante la práctica de yoga asana y la disminución de la interconectividad en la medial PFC, medidas por fNIRS, parecen apoyar la sabiduría detrás de la antigua observación yóguica de integrar el cuerpo en las terapias de salud mental. Cambiar la perspectiva física, literalmente colñocando la cabeza debajo del corazón, podría mejorar los estados emocionales debido a la alteración en la actividad neurológica que ocurre a través del flujo de hemoglobina oxigenada al cerebro; en el lenguaje de yoga, esto se traduce en un cambio en el flujo de Prana.

En conclusión, así como el lavado de manos fue analizado para crear un jabón de manos más efectivo, colocando prácticas mente-cuerpo como el yoga bajo el microscopio del método científico, utilizando tecnología innovadora como fNIRS, se podría obtener una mayor comprensión de cómo el cuerpo mismo afecta la actividad cerebral y la salud mental. Esto podría resultar en terapias e intervenciones sociales más efectivas para la crisis de salud mental actual que se sufre en todo el mundo. **UP**

#### Referencias

- Jang, H. J., Hughes, L. C., Oh, D. W., & Kim, S. Y. (2019). Effects of Corrective Exercise for Thoracic Hyperkyphosis on Posture, Balance, and Well-Being in Older Women: A Double-Blind, Group-Matched Design. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 42(3), E17–E27. <https://doi.org/10.1519/JPT.0000000000000146>
- Michalak, J., Rohde, K., & Troje, N. F. (2015). How we walk affects what we remember: Gait modifications through biofeedback change negative affective memory bias. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 46, 121–125. <https://doi.org/10.1016/j.jbtep.2014.09.004>
- Singh, B., Olds, T., Curtis, R., Dumuid, D., Virgara, R., Watson, A., Szeto, K., O'Connor, E., Ferguson, T., Eglitis, E., Miatke, A., Simpson, C. E. M., & Maher, C. (2023). Effectiveness of physical activity interventions for improving depression, anxiety and distress: An overview of systematic reviews. In *British Journal of Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2022-106195>
- Uebelacker, L. A., Epstein-Lubow, G., Gaudiano, B. A., Tremont, G., Battle, C. L., & Miller, I. W. (2010). Hatha yoga for depression: Critical review of the evidence for efficacy, plausible mechanisms of action, and directions for future research. In *Journal of Psychiatric Practice* (Vol. 16, Issue 1). <https://doi.org/10.1097/01.pra.0000367775.88388.96>
- Van Aalst, J., Ceccarini, J., Demyttenaere, K., Sunaert, S., & Van Laere, K. (2020). What Has Neuroimaging Taught Us on the Neurobiology of Yoga? A Review. In *Frontiers in Integrative Neuroscience* (Vol. 14). <https://doi.org/10.3389/fnint.2020.00034>



Recibido: 22.06.2023 • Aceptado: 17.10.2024

Palabras clave: AGEs, alimentos, diabetes tipo 2, técnicas de cocina.

# Los AGEs en la vida diaria

GICELA DE JESÚS GALVÁN ALMAZÁN

*gicela.galvan@uaslp.mx*

FACULTAD DE MEDICINA, CIACYT-UASLP

MARIELA VEGA CARDENAS

*mariela.vega@uaslp.mx*

CIACYT-UASLP

CELIA ARADILLAS GARCÍA

*celia.uaslp@gmail.mx*

FACULTAD DE MEDICINA, CIACYT-UASLP

Los Productos de la Glicación Avanzada (AGEs, por sus siglas en inglés), son compuestos producidos en una reacción química entre un azúcar y una proteína, entre un azúcar y un lípido, o entre un azúcar y un ácido nucleico. Los AGEs dentro de la célula pueden alterar su funcionamiento, modificando proteínas que dan lugar a compuestos tóxicos, los cuales producen inflamación y enfermedad. Estos pueden ser ingeridos por medio de una dieta de alimentos naturales y alimentos sometidos a procedimientos culinarios, como freír, asar u hornear a altas temperaturas; asimismo, pueden formarse dentro del organismo.

### ¿Qué son los AGEs?

Los AGEs son un grupo diverso de moléculas. Existen de manera natural en los alimentos, llamados exógenos; también se forman en nuestro organismo, como en la diabetes tipo 2 y dislipidemias, llamados AGEs endógenos, los cuales se han identificado más de 20 de estos compuestos en sangre humana y alimentos. Su presencia en los alimentos de la dieta aumenta enormemente cuando cocinamos con fuentes de calor extremas, como sucede cuando freímos o asamos vegetales y carnes, o cuando doramos semillas para darles mejor sabor. Entre los alimentos con mayor contenido de AGEs se encuentra el café, el chocolate, la carne asada, las papas fritas, etcétera.

Los AGEs se obtienen a través de la reacción entre los azúcares provenientes de las frutas, verduras y cereales, con grasas y aceites de origen animal (manteca, mantequilla, etc.) o grasas de origen vegetal (nueces almendras, coco aguacate oliva, cártamo etc.) Fueron descubiertas en 1916 cuando Lous-Camille Maillard, químico francés, demostró que el cambio de coloración de los alimentos, obtenido por fritura, asado, tostado, el sabor

enriquecido y el aroma complejo que adquieren los alimentos en cuestión; esto debido a una degradación química mediada por calor extremo. A este fenómeno se le nombró reacción de Maillard.

Como se ha mencionado anteriormente, la reacción se favorece por la temperatura alta, así como el pH alcalino (pH 10), junto con la presencia de elementos metálicos,

como cobre (Cu) y hierro (Fe), que se encuentran en los utensilios de cocina. Maillard observó también que esta reacción aumenta cuando los alimentos están secos y disminuye en un medio acuoso. Cuando la reacción de Maillard no se frena, los alimentos se queman y los sabores y olores ya no son agradables, lo que a su vez provoca que las sustancias producidas también tienen efectos adversos en la salud.



Figura 1.  
Carne asada con exceso de AGEs.

### ¿Cómo afectan?

Recientemente, se ha observado que factores como fumar tabaco, altos niveles de azúcares refinados en la dieta, dietas hipercalóricas y ciertos procesos culinarios favorecen la acumulación de AGEs. El estilo de vida actual incluye el consumo de dietas ricas en bebidas azucaradas y alimentos altamente procesados, que contienen grandes cantidades de endulzantes, como el azúcar de caña o jarabe de maíz de alta fructuosa. Esto, aunado al auge de la comida rápida y el servicio a domicilio, se asocia a la crisis de salud relacionada por la obesidad y síndrome metabólico. Aunque sus mecanismos de acción

no se han dilucidado completamente, estos parecen estar relacionados con la inflamación, contribuyendo al desarrollo de enfermedades como la diabetes tipo 2, enfermedades cardiovasculares, esteatosis hepática no alcohólica, cáncer, Alzheimer, entre otras (Twarda-Clapa, A. *et al.*, 2022). De acuerdo con Li (2019), también se han encontrado niveles altos de AGEs en mujeres con diagnóstico de diabetes gestacional.

### ¿Cuál es su acción en el organismo?

Los AGEs tienen efectos negativos en las células y tejidos. Se ha encontrado evidencia de que afectan el sistema de

codificación a nivel molecular para el funcionamiento celular. Por lo que, al unirse a sus receptores celulares, alteran la estructura y funcionamiento de las proteínas. Por ejemplo, en el metabolismo de la insulina, específicamente en el desarrollo de la diabetes tipo 2, los AGEs producen sustancias inflamatorias y proinflamatorias e, entre ellas las llamadas citoquinas, que participan en los procesos inflamatorios, asociados a las condiciones de salud mencionadas. En población geriátrica con diagnóstico de diabetes tipo 2, se han observado niveles elevados de AGEs a comparación con los de grupos saludables (Takeuchi, M., *et al.*, 2022).

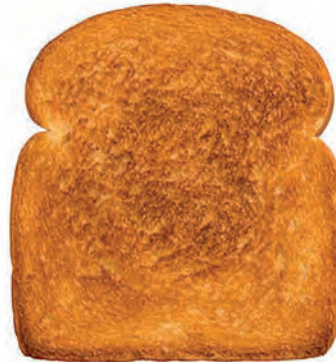


Figura 2.

Ejemplos de los procesos tostado, pardeado y caramelización; café tostado, pan tostado, y chocolate relleno de cajeta.

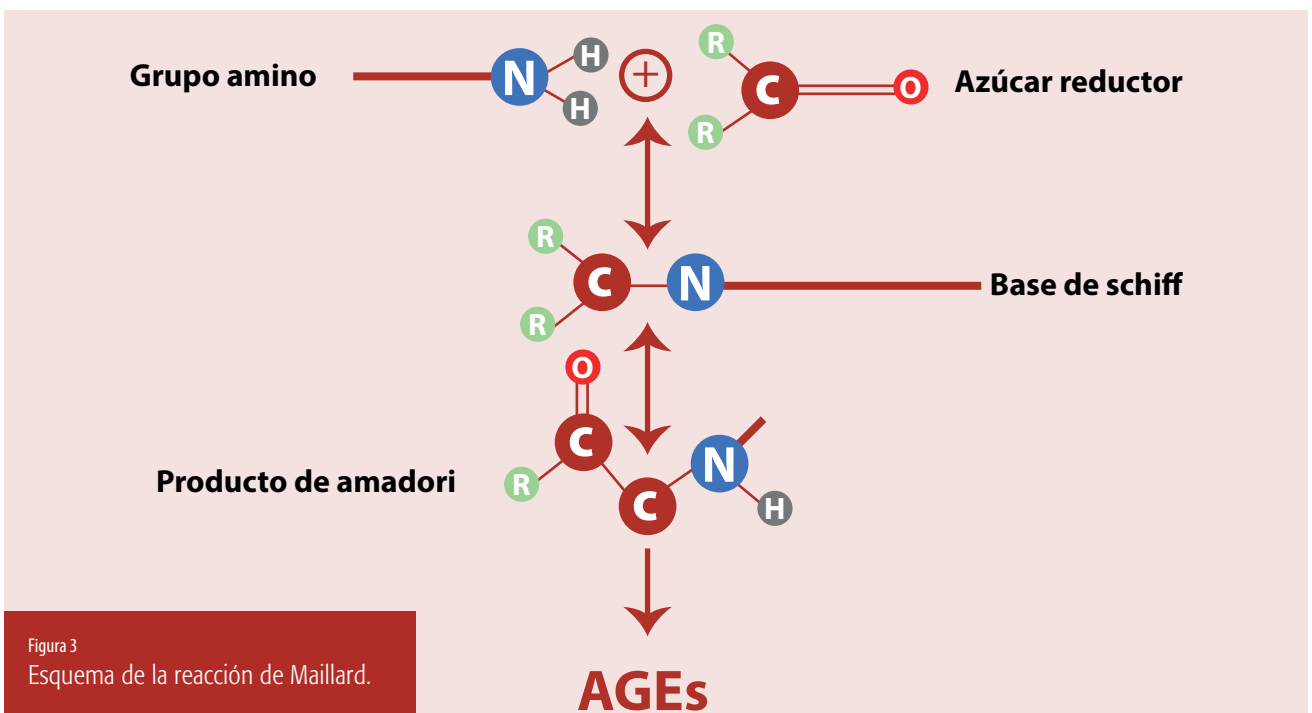


Figura 3  
Esquema de la reacción de Maillard.

Por otro lado, se ha observado que el exceso de AGEs en las condiciones de glucosa elevada y alteraciones en el perfil de lípidos en sangre, se encuentran relacionadas con la unión de la molécula del AGE con la célula, produciendo importantes alteraciones inflamatorias en el organismo. Estos puntos de unión se encuentran abundantemente en tejidos endoteliales como el pulmón, el corazón, entre otros.

Los niveles de AGEs en sangre y alimentos pueden determinarse en laboratorios, lo que permite contrastar resultados con la ingesta de la dieta, calculados por medio de recordatorios de alimentación y cuestionarios de frecuencia alimenticia específicos, validados para determinar el contenido de AGEs. Además, los AGEs también se han propuesto como marcadores biológicos de algunas condiciones, como la diabetes tipo 2, el riesgo de enfermedad cardiovascular, síndrome metabólico,



Figura 4  
Alimentos con exceso de AGEs.



Figura 5  
Pollo crudo, pollo cocido en agua (consomé o sopa), pollo frito; de menor a mayor presencia de AGEs



hiperglucemia, obesidad, sobrepeso, entre otras. En el Laboratorio de Nutrición de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, se encontró una asociación significativa entre la cantidad de AGEs ingeridos y el aumento de glucosa en sangre (Mendoza-Herrera, Kenny, 2018), así como la asociación entre los puntos de unión de AGEs y la obesidad en población pediátrica (Vega-Cárdenas, M, 2023).

### ¿Qué podemos hacer para disminuir su ingesta en la dieta?

Se recomienda preferir técnicas de cocina que utilicen bajas temperaturas y medios acuosos, como sopas, caldos, etcétera, ver figura 5 y figura 6.

También se debe reducir el consumo de alimentos fritos como la hamburguesa, papas fritas, carnes asadas a la parrilla.

A su vez, es recomendable aumentar el consumo de alimentos crudos y naturales, como verduras, frutas en general y frutos rojos, con propiedades antioxidantes.

Por ejemplo, una manzana contiene 13 AGEs, mientras que las papas fritas contienen 1,323 AGEs; un huevo en omelette sin grasa contiene 90 AGEs, mientras que un huevo frito contiene 2,749 AGEs. Ver tabla 1.

Alimento	AGEa kU/100g	Porción (gramos)	AGE kU/Porción
Almendras	5,473	30	1,642
Almendras rostizadas	6,650	30	1,995
Aguacate	1,577	30	473
Queso crema, Philadelphia original (Kraft)	8,720	30	2,616
Mantequilla	26,480	5	1,324
Cacahuates, mezcla (Kraft)	8,333	30	2,500
Cacahuates, rostizados con cascara	3,440	30	1,032
Filete asado 232 oC X 5 min.	11,270	90	10,143
Hamburguesa (McDonald's)	5,418	90	4,876
Pechuga de pollo frita X 20 min.	9,722	90	8,750
Pollo hervido en agua	1,210	90	1,089
Tocino frito sin aceite X 5 min.	91,577	13	11,905
Queso parmesano molido (Kraft)	16,900	15	2,535
Queso mozzarella, reducido en grasa	1,677	30	503
I huevo frito grande	2,749	45	1,237
I huevo en omelette con Pam	90	30	27
Manzana horneada	45	100	45
Manzana Macintosh	13	100	13
Plátano	9	100	9
Melón	20	100	20

Tabla 1



## GICELA DE JESÚS GALVÁN ALMAZÁN

Es Maestra en Consejería Familiar por el Instituto de Estudios Superiores para el Desarrollo Integral, y Químico Farmacobiólogo por la Facultad de Ciencias Químicas, UASLP. Se desempeña como Técnica Académica en el Laboratorio de Nutrición de CIASS-Facultad de Medicina-CIACYT-UASLP, colabora en varios proyectos, Distribución Geográfica de Riesgos Ambientales, determinantes sociales; su contribución a la carga global de la Leucemia Linfoblástica Aguda, y Determinación de los niveles de RAGE soluble y su asociación con los factores de riesgo cardio metabólico en población infantil.

### Conclusiones


Desde hace tiempo, los AGEs han despertado el interés de la comunidad científica, a pesar de lo complejo de su estudio, representando un reto a la innovación y creatividad. Entretanto, se sigue acumulando evidencia de su papel en el origen de enfermedades crónico-degenerativas. 



Figura 6  
Distintos grados de pan tostado,  
de menor a mayor presencia de AGEs.

### Referencias bibliográficas:

- Mendoza-Herrera, K., Aradillas-García, C., Mejía-Díaz, M. A., Alegría-Torres, J. A., Garay-Sevilla, M. E., & Luevano-Contreras, C. (2018). Association of Dietary Advanced Glycation End Products with Metabolic Syndrome in Young Mexican Adults. *Medicines (Basel, Switzerland)*, 5(4), 128. <https://doi.org/10.3390/medicines5040128>
- Takeuchi, M.; Sakasai-Sakai, A.; Takata, T.; Takino, J.-i.; Koriyama, Y. Effects of Toxic AGEs (TAGE) on Human Health. *Cells* 2022, 11, 2178. <https://doi.org/10.3390/cells11142178>
- Twarda-Clapa, A.; Olczak, A.; Białkowska, A.M.; Koziolkiewicz, M. Advanced Glycation End-Products (AGEs): Formation, Chemistry, Classification, Receptors, and Diseases Related to AGEs. *Cells* 2022, 11, 1312. <https://doi.org/10.3390/cells11081312>
- Vega-Cárdenas, M., Vargas-Morales, J. M., Portales-Pérez, D. P., Gómez-Ojeda, A., Luevano-Contreras, C., & Aradillas-García, C. (2023). Receptor soluble para productos finales de glicación avanzada (sRAGE) en la obesidad infantil: asociación con la expresión génica de RAGE y marcadores cardiometabólicos. *Nutrición hospitalaria*, 40(5), 960–966. <https://doi.org/10.20960/nh.04666>



Figura 7  
Frutos rojos que contienen polifenoles antioxidantes.

Recibido: 09.01.2023 • Aceptado: 22.10.2024

**Palabras clave:** desinfectantes, sales cuaternarias de amonio, biodegradabilidad, SarsCoV-2, salud ambiental.

# Estudio comparativo de la biodegradabilidad de desinfectantes comerciales y desinfectantes biodegradables

KARLA XIMENA VARGAS BERRONES  
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE RIOVERDE

*karla.vargas@uaslp.mx*

LUIS ARMANDO BERNAL JÁCOME

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ, UASLP

*luis.bernal@uaslp.mx*

JUAN MANUEL IZAR LANDETA

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE RIOVERDE

*jmizar@uaslp.mx*

La pandemia por el SarsCoV-2 contribuyó al consumo y disposición excesiva de desinfectantes a base de sales cuaternarias de amonio; compuestos recomendados por las autoridades para la desinfección de áreas en general debido a su rápida y alta actividad antimicrobiana y antiviral. Como consecuencia incrementó de forma importante su presencia en descargas de agua y eventualmente en el ambiente, ya que las plantas tratadoras de agua convencionales no están diseñadas para la remoción de estos contaminantes. Su baja biodegradabilidad y toxicidad se ha asociado con efectos negativos a la salud humana y ambiental, por lo tanto, ha sido restringida y/o prohibida por algunos países, sin embargo, países en vías de desarrollo como México no cuentan con regulaciones al respecto. La presente investigación muestra una alternativa biodegradable para la desinfección de superficies como una estrategia para minimizar los problemas de salud y ambientales asociados. Es importante enfatizar la necesidad urgente de crear e implementar un marco regulatorio estricto y apropiado para prevenir el uso excesivo de estos compuestos. Así mismo la búsqueda de nuevas tecnologías para la sustitución de estos compuestos es imperativa.

La desinfección de áreas y superficies para la prevención de enfermedades infecciosas siempre ha existido; sin embargo, la pandemia por el SARS-CoV-2 llevó a hacer un uso desmedido de soluciones desinfectantes. Los desinfectantes generalmente contienen sales cuaternarias de amonio por su alta disponibilidad y versatilidad, los cuales tienen diversos usos como agentes desinfectantes, antimicrobianos y limpiadores de superficies. Debido a dichas propiedades de amplio espectro contra bacterias, hongos y virus, las sales cuaternarias de amonio se aplican en el hogar y la industria para controlar la propagación de patógenos de transmisión ambiental, entre ellos el SARS-CoV-2 y la influenza estacional (Hora *et al.*, 2020). Los residuos generados por actividades de desinfección dentro de la industria y el hogar pueden llegar a las plantas tratadoras de agua, las cuales están diseñadas para eliminar compuestos orgánicos degradables fácilmente. Sin embargo, las plantas tratadoras de agua

tradicionales no están diseñadas para eliminar contaminantes que se encuentran en concentraciones muy bajas (de hasta partes por billón) por lo que se liberan al medio ambiente, generando potenciales riesgos y daños a los cuerpos de agua. Alrededor del 75 % de las sales cuaternarias de amonio utilizados anualmente se liberan en los sistemas de tratamiento de aguas residuales, mientras que el resto se descarga directamente al medio ambiente (Tezel y Pavlostathis, 2015).

La situación de contingencia vivida por el coronavirus SARS-CoV-2 trajo consigo importantes cambios en la vida diaria de las personas, así como en las medidas de higiene y desinfección implementadas para prevenir su transmisión. En este contexto, el uso de desinfectantes en la comunidad ha aumentado y, si bien, es una medida que ha ayudado con el control de la pandemia, es pertinente analizar las posibles consecuencias que traerán a corto y largo plazo. Por ejemplo, se podría esperar una desensibilización de los microorganismos a estas sustancias y, por mecanismos cruzados, generar una mayor resistencia a los antibióticos (Rubén Darío Meza Gutiérrez, 2020). Si bien, no es posible eliminar por completo el uso de desinfectantes, ya que quedaríamos expuestos a contraer muchas enfermedades, es posible realizar acciones para minimizar los efectos potenciales a la salud humana y ambiental, por ejemplo, utilizar desinfectantes biodegradables. La biodegradabilidad se define como la capacidad de un compuesto de transformarse en uno menos tóxico por acción de microorganismos. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) establece que para que un producto sea considerado como biodegradable debe de degradarse en un 70 % al término de 28 días (OECD, 1992). Para este estudio, se determinó la biodegradabilidad de dos desinfectantes: uno de marca comercial de color amarillo y Germiklin 400, de la marca Alinsa (empresa Potosina). La información obtenida

permitirá a los consumidores elegir productos desinfectantes que permitan minimizar la generación de residuos tóxicos y la exposición de compuestos xenobióticos que pueden generar impactos adversos a la salud humana y ambiental.

### Materiales y Métodos

Se recolectaron muestras de un litro de los dos desinfectantes: a) desinfectante comercial de color amarillo y b) Germiklin 400, de la marca potosina Alinsa. Se utilizaron botellas de plástico nuevas, sin previo

lavado para evitar fuentes de contaminación. Para determinar la biodegradabilidad, se siguió lo establecido en el método 301D Botella cerrada y la para la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO). Las mediciones del oxígeno disuelto se realizaron utilizando un medidor de oxígeno *Thermo scientific ORION 3 STAR benchtop*. Como inóculo se utilizó agua residual del Tanque Tenorio ubicado al este de los silos diecisiete de San Luis Potosí, latitud de 22° 7' 43.8" norte, longitud 100° 52' 20.5" oeste y altitud 1838 metros, siguiendo la Norma Mexicana NMX-AA-3-1980 Aguas residuales - muestreo" (Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, 1980). Todas las determinaciones fueron realizadas por triplicado para asegurar reproducibilidad en los resultados.

### Resultados y Discusión

En la tabla 1 se muestran las lecturas promedio de Oxígeno Disuelto (OD) para las muestras preparadas a los 0, 5, 7, 14, 21 y 28 días de análisis como establecido por la OECD.

Día	Oxígeno disuelto (mg/L)	
	Desinfectante comercial amarillo	Germiklin 400®
0	4.5	4.4
5	3.4	3.0
7	2.4	2.2
14	1.5	2.0
21	1.5	0.8
28	1.5	0.8
Inóculo	4.35	4.35

Tabla 1. Concentración de oxígeno disuelto en las muestras con desinfectante comercial y Germikin 400.

El cálculo de la biodegradabilidad se realizó siguiendo la siguiente fórmula:

$$\frac{OD \text{ del inóculo} - OD \text{ cada muestra}}{OD \text{ del inóculo}} \times 100$$

#### Donde:

OD del inóculo: es el valor de las lecturas de oxígeno de la muestra de lodos residuales en el frasco Winkler correspondiente al día 0, 7, 14, 21 y 28 de incubación.

OD de la muestra: es el valor de las lecturas de oxígeno de cada una de las muestras contenidas en el frasco Winkler correspondiente al día 0, 7, 14, 21 y 28 de incubación.

Los resultados de biodegradabilidad se muestran en la tabla 2 y en la figura 1. La OECD dictamina que para que un compuesto se considere biodegradable, deberá

Día	Oxígeno disuelto (mg/L)	
	Desinfectante comercial amarillo	Germiklin 400®
0	0	0
5	22	31
7	45	49
14	66	54
21	66	82
28	66	82

Tabla 2.  
Porcentaje de Biodegradabilidad del desinfectante comercial y el problema.

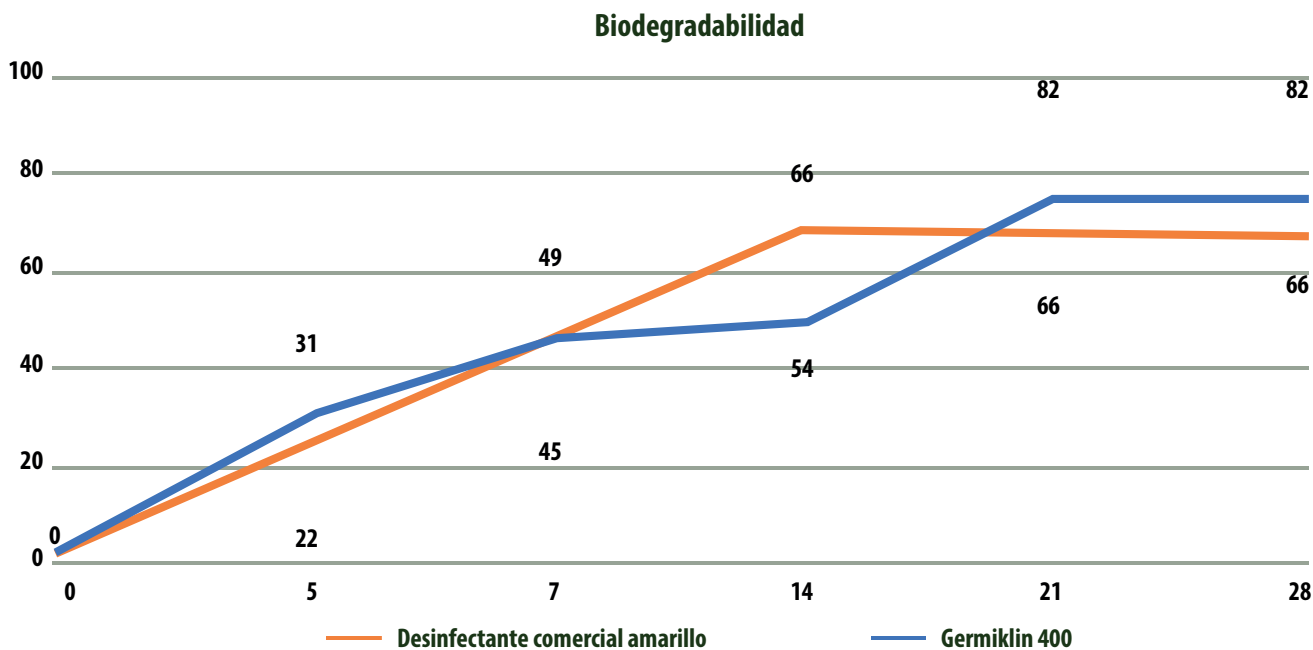


Figura 1.  
Porcentaje de biodegradabilidad de los desinfectantes analizados.

obtener un porcentaje de biodegradación de 70 % o más para el día 28. Como se puede observar en la figura 1, el desinfectante comercial amarillo se biodegrada hasta el 66 %, es decir, no cumple con lo establecido por la OECD, por lo tanto, es

un producto no biodegradable. Por el contrario, el Germiklin 400 se biodegrada hasta un 82 %, por lo que se puede considerar a este producto como biodegradable. Se podría extender el experimento para determinar el número de días que logra en biodegradarse el Germiklin 400 al 100 %, mientras que para el desinfectante comercial amarillo se podría esperar que no se siga biodegradando ya que se observa que desde el día 14 se mantiene en el 66 % sugiriendo que ya se ha biodegradado en su totalidad.



KARLA XIMENA VARGAS BERRONES

Es licenciada en Química por la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, con maestría en Planeación Estratégica e Innovación y doctora en Ciencias Ambientales. Actualmente es profesora asignatura en la Facultad de Ciencias Químicas, realizando estancia postdoctoral en el Instituto Tecnológico Superior de Rioverde se encuentra trabajando en el proyecto “Ocurrencia de sales cuaternarias de amonio y sus subproductos de purificación en muestras de agua. Un desarrollo tecnológico sostenible para su sustitución en desinfectantes”.

## Conclusiones

Ante la persistencia y extensión del SARS-CoV-2 en todo el mundo, la aparición de nuevas variantes, el incremento del número de casos confirmados y muertes, así como la desigualdad de la vacunación hace que la contención de la pandemia se siga manteniendo a través de las medidas básicas ya establecidas, como el uso de cubrebocas, distanciamiento social y desinfección de superficies

contaminadas. Esto último implica un mayor consumo de desinfectantes, dando lugar a una generación importante de residuos que terminan en las plantas tratadoras de agua. Actualmente, en San Luis Potosí, las aguas residuales se concentran en la Planta del Tanque Tenorio, Planta Norte y el Parque Tangamanga I, además de que operan 48 plantas de agua residual privadas entre el sector industrial, fraccionamiento y clubes sociales. El presente trabajo demostró que los microorganismos de la Planta del Tanque Tenorio son capaces de biodegradar parcial o totalmente desinfectantes que terminan en dicha planta. Sin embargo, la gran cantidad de residuos generados y el bajo porcentaje de biodegradabilidad del desinfectante comercial amarillo maximizan los riesgos potenciales a la salud humana y ambiental. Adicionalmente, en la actualidad, no existen regulaciones para el uso y disposición de desinfectantes, a excepción de un marco regulatorio para los plaguicidas por parte de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). El escaso marco regulatorio y la falta de información sobre el uso, manejo y disposición de desinfectantes contribuyen al uso inapropiado y excesivo de estos. La presente investigación ofrece una alternativa para mantener las medidas sanitarias de desinfección minimizando los riesgos de exposición y la contaminación ambiental. <sup>UP</sup>

## Agradecimientos

Beca para las Mujeres en la Ciencia L'Oréal-UNESCO-AMC, 2024.

### Referencias bibliográficas:

- Hora PI, Pati SG, McNamara PJ, Arnold WA (2020): Increased Use of Quaternary Ammonium Compounds during the SARS-CoV-2 Pandemic and Beyond: Consideration of *Environmental Implications*. *Environmental Science & Technology Letters* 7, 622-631
- Secretaría de comercio y fomento industrial. (1980). NMX-AA-3-1980: Aguas residuales – muestreo. Mexico, D.F.
- OECD (1992): OECD 301. Línea guía para pruebas de productos químicos. In: *OECD* (Hrsg.)
- Rubén Darío Meza-Gutiérrez RAA-G, Alejandro Rosas-Paredes (2020): La nueva era COVID-19 y el uso de desinfectantes: posibles retos de un futuro. *Enfermedades infecciosas pediátricas* 33, 1816-19
- Tezel U, Pavlostathis SG (2015): Quaternary ammonium disinfectants: microbial adaptation, degradation and ecology. *Current Opinion in Biotechnology* 33, 296-304



Recibido: 23.11.2022 • Aceptado: 04.11.2024

Palabras clave: Cáncer, enfermedades humanas, modelo de estudio, obesidad, pez cebra.



# El pez cebra como modelo de estudio de enfermedades humanas

ANA PAULINA BARBA  
DIVISIÓN DE BIOLOGÍA MOLECULAR DEL INSTITUTO POTOSINO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA,  
IPICYT  
*apbarba@ipicyt.edu.mx*  
GABRIELA VÁZQUEZ RODRÍGUEZ  
BIOREPERIA AB, SUECIA  
*abygr21@hotmail.com*



El pez cebra es un pequeño pez tropical que vive en ríos, sin embargo, es común encontrarlo en acuarios. Se ha descubierto que este pequeño pez es un modelo de estudio para investigar enfermedades humanas. Aunque estos dos seres son tan diferentes, el pez cebra comparte el 70 % de genes con los humanos y, de estos, el 86 % se relacionan con alguna enfermedad humana. Desde hace mucho tiempo el pez cebra se ha usado como modelo de estudio, pero recientemente su uso ha incrementado en investigaciones sobre desarrollo de enfermedades humanas. Estos pequeños pececillos tienen un gran potencial para la investigación avanzada en medicina en el futuro.

En el trabajo de investigación enfocado a entender el desarrollo de enfermedades humanas se utilizan varias técnicas; algunas veces, se emplean muestras de células o tejidos de pacientes. Para determinar si la enfermedad que se debe a una mutación de un gen (cambio de la secuencia del ADN) es la causa de los síntomas y desarrollo de la enfermedad, es necesario el uso de modelos de animales experimentales (Hill, 2020).

Mientras que los ratones y ratas son la selección más común en el estudio de enfermedades humanas, desde 1960 el pez cebra se ha convertido en una herramienta invaluable para el avance de la medicina y para conocer las causas de múltiples enfermedades. La popularidad del pez cebra como modelo de estudio aumenta rápidamente y en este artículo se explica por qué este pequeño pez es un gran modelo de estudio.



Figura 1.  
Peces cebra cultivados en el laboratorio para investigación.

### ¿Quién es el pez cebra?

El pez cebra, cuyo nombre científico es *Danio rerio*, es un pequeño pez tropical de agua dulce, nativo del sur de Asia, que mide entre 4 y 5 centímetros de largo. En la naturaleza se encuentran en ríos, aunque ahora es muy común encontrarlos en tiendas de mascotas. El nombre "pez cebra" proviene de sus líneas azul-moradas horizontales que van desde las agallas hasta la cola del pez y se asemejan a la cebra, el icónico animal localizado en el parque de Serengeti, al norte de Tanzania, es por ello por lo cual este pez lleva ese nombre. El pez cebra es fácil de mantener y cultivar en el laboratorio (Figura 1); sin embargo, las condiciones de cultivo deben ser controladas, ya que la nutrición, la calidad del agua o los patógenos pueden influenciar en los resultados científicos, diversos protocolos para el cuidado de pez cebra se pueden encontrar en <https://www.youtube.com/watch?v=ew2ayFEH9PA>.

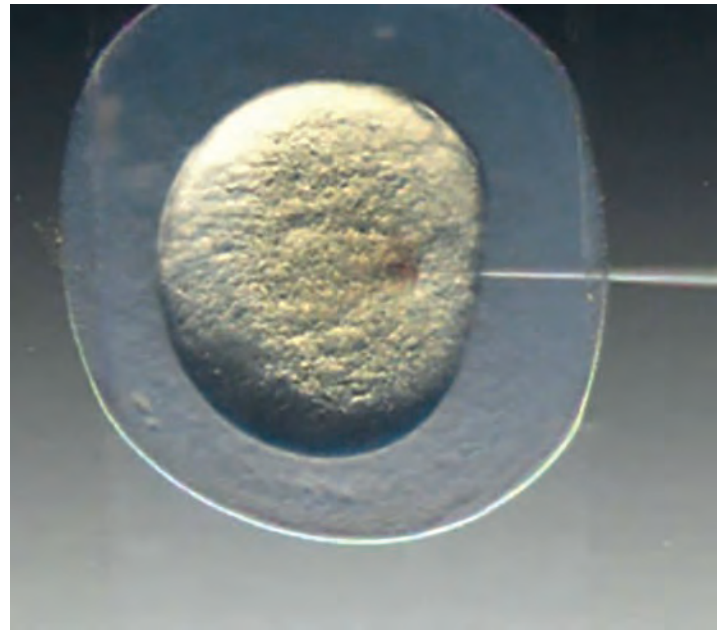


Figura 2.  
Microinyección de embrión de una célula de pez cebra.

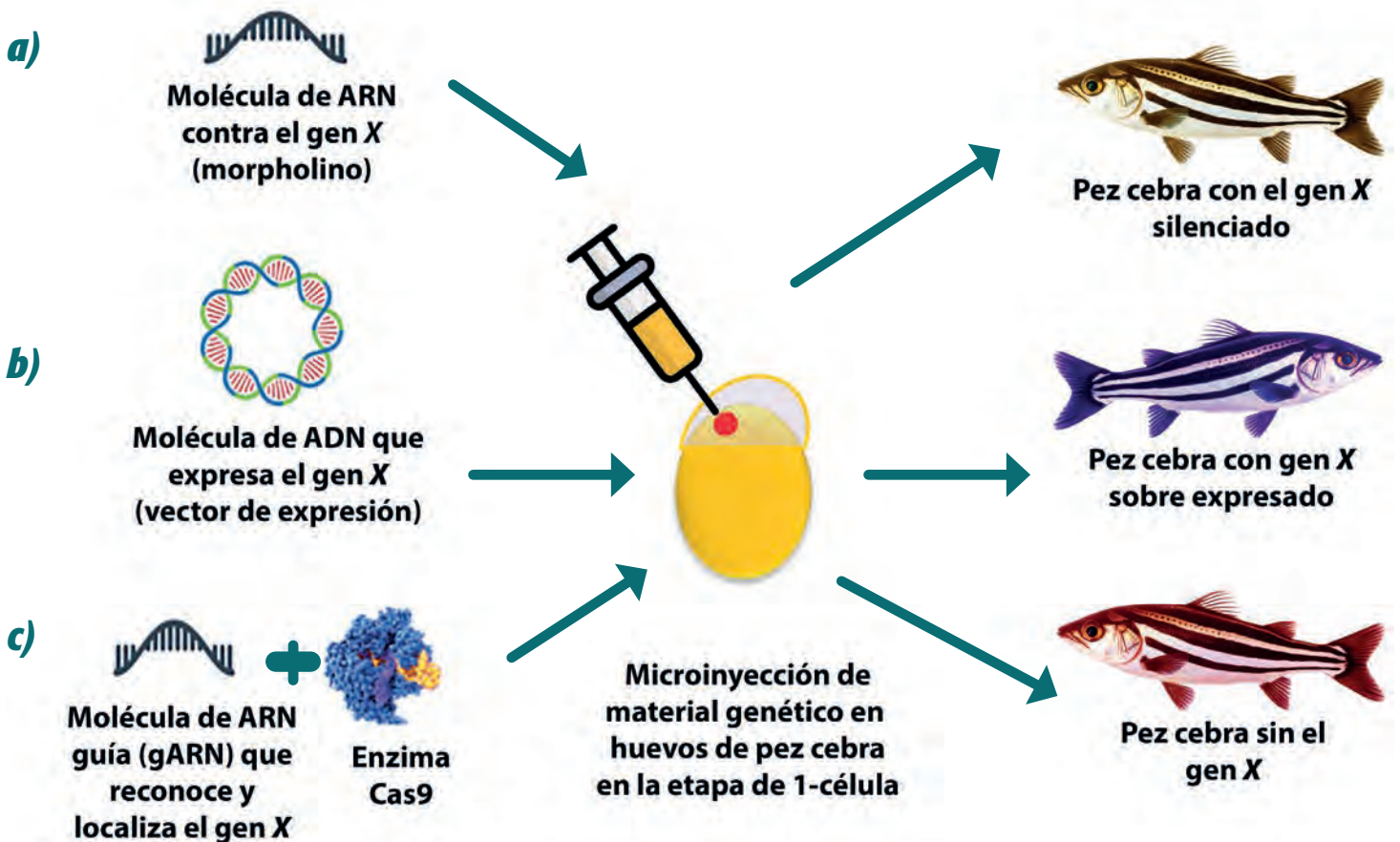


Figura 3.  
Mutación de embrión de pez cebra mediante la microinyección de una molécula de ADN o ARN (morpholino) o mediante manipulación CRISPR-Cas.

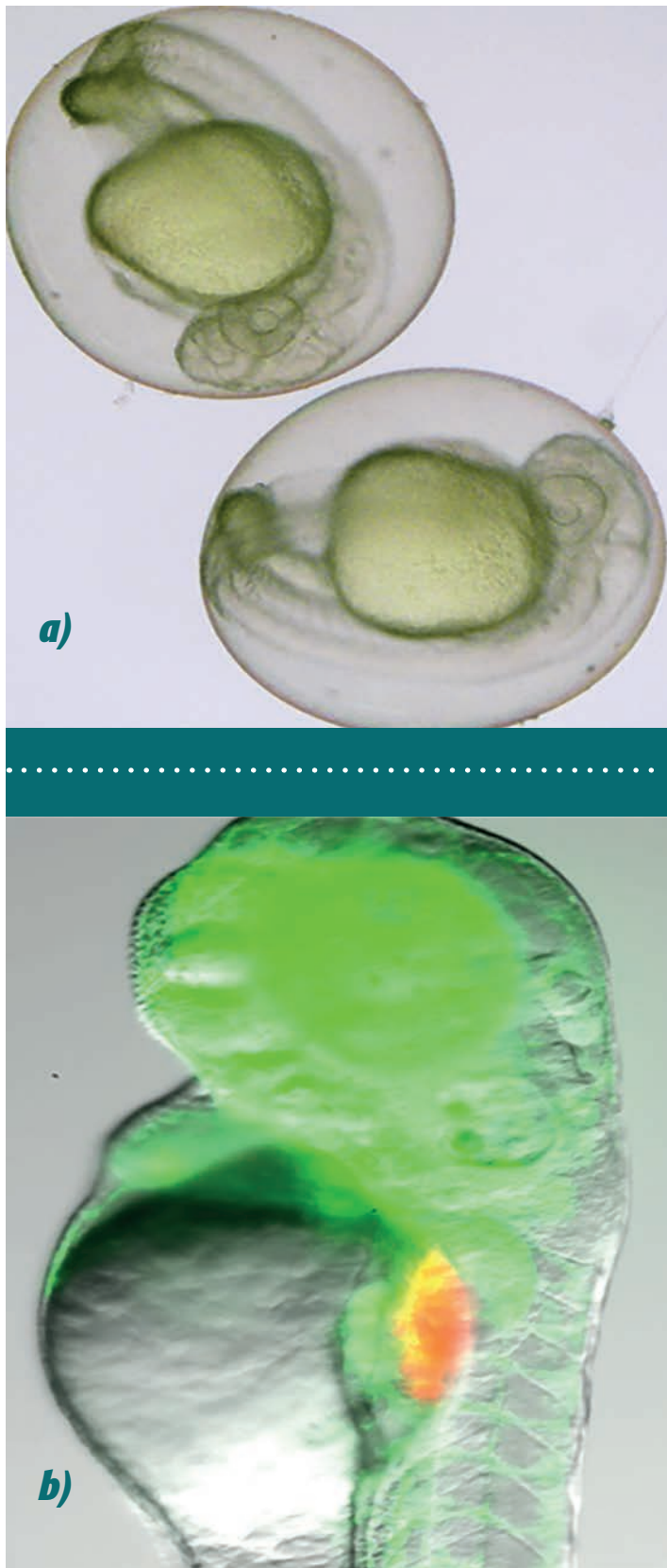


Figura 4.  
 a) Embrión de pez cebra a los dos días de edad. b) Embrión de pez cebra transgénico (vasos sanguíneos en verde) con tumor (rojo).

### ¿Por qué el pez cebra se usa para investigar las causas de enfermedades humanas?

Aunque pareciera que los humanos son extremadamente diferentes al pez cebra, éstos comparten más similitudes de lo que se pudiera observar a simple vista. De hecho, el 70 % de genes humanos se encuentran dentro del pez cebra y, de estos, el 86 % son genes que están relacionados a alguna enfermedad humana (Howe *et al.*, 2013).

El pez cebra tiene dos ojos, una boca, cerebro, espina dorsal, intestino, páncreas, hígado, ductos biliares, riñones, esófago, corazón, oídos, nariz, músculos, huesos, sangre, cartílagos y dientes. Muchos de los genes y rutas críticas que se requieren para su desarrollo están altamente conservados entre humanos y pez cebra. Por lo tanto, cualquier enfermedad que provoque cambios en estas partes del cuerpo, en teoría, pueden modelarse en el pez cebra.

El ejemplo más conocido y representativo que existe es el de la talidomida, un medicamento que salió al mercado en 1957 para tratar las náuseas y malestar matutino durante los primeros tres meses del embarazo, pero que fue discontinuado en 1961 debido al elevado número de bebés nacidos con malformaciones en extremidades, ojos, oídos y corazón. Para ese entonces, el pez cebra ya estaba ganando popularidad como modelo de desarrollo embrionario, por lo que se observó que, al tratar embriones de pez cebra con talidomida, se replicaban las mismas malformaciones en extremidades (principalmente aletas laterales). Fue aquí donde el pez cebra tomó un papel fundamental para descubrir las causas del por qué la talidomida causó dichas malformaciones (Ito *et al.*, 2010).

### Ventajas de usar pez cebra como modelo de estudio

Mientras que el ratón es evolutivamente similar a los humanos porque somos mamíferos, el pez cebra tiene varias ventajas sobre sus competidores peludos; una de ellas es que los peces cebra adultos son pequeños y prefieren vivir en grandes grupos, como resultado, se requiere mucho menos espacio y es más barato mantenerlos a diferencia de un ratón. Otra ventaja, es que un pez cebra adulto se reproduce rápidamente, aproximadamente cada 15 días, y una pareja de peces adultos puede producir de 100 a 200 huevos a la vez.

Los embriones de pez cebra también se depositan y fertilizan externamente y son transparentes, lo que permite que sean fácilmente inyectados con material genético (Figura 2).

Por ejemplo, los huevos fertilizados en la etapa de una célula pueden ser fácilmente inyectados con DNA o ARN (morpholino) para generar peces transgénicos aumentando o inhibiendo la expresión de un gen determinado (Figura 3A y 3B). En ratones esto es más complicado debido a que los embriones de ratón se desarrollan dentro de la madre por lo que para acceder a ellos es necesario sacrificar a la madre y trasplantar los embriones modificados a otra madre ratón.

Algunas veces el DNA de un paciente es secuenciado para encontrar la región que es diferente o mutada del

gen lo cual puede ser potencialmente la causa del desarrollo de la enfermedad. Para poder comprobar si un determinado cambio en un gen es la causa de los síntomas observados en el paciente, el mismo gen de pez cebra puede ser modificado o eliminado y entonces se observa si el pez desarrolla los mismos síntomas del paciente. A este proceso se le llama mutagénesis dirigida y se realiza utilizando la técnica más moderna conocida como CRISPR-Cas, generando peces cebra mutantes estables en tan solo un par de semanas (Figura 3C)

### El pez cebra como modelo para investigar enfermedades humanas

Algunas veces, el ADN de un paciente es secuenciado para encontrar la región mutada o diferente del gen, el cual puede ser la causa potencial del desarrollo de la enfermedad. Para comprobar si un determinado cambio

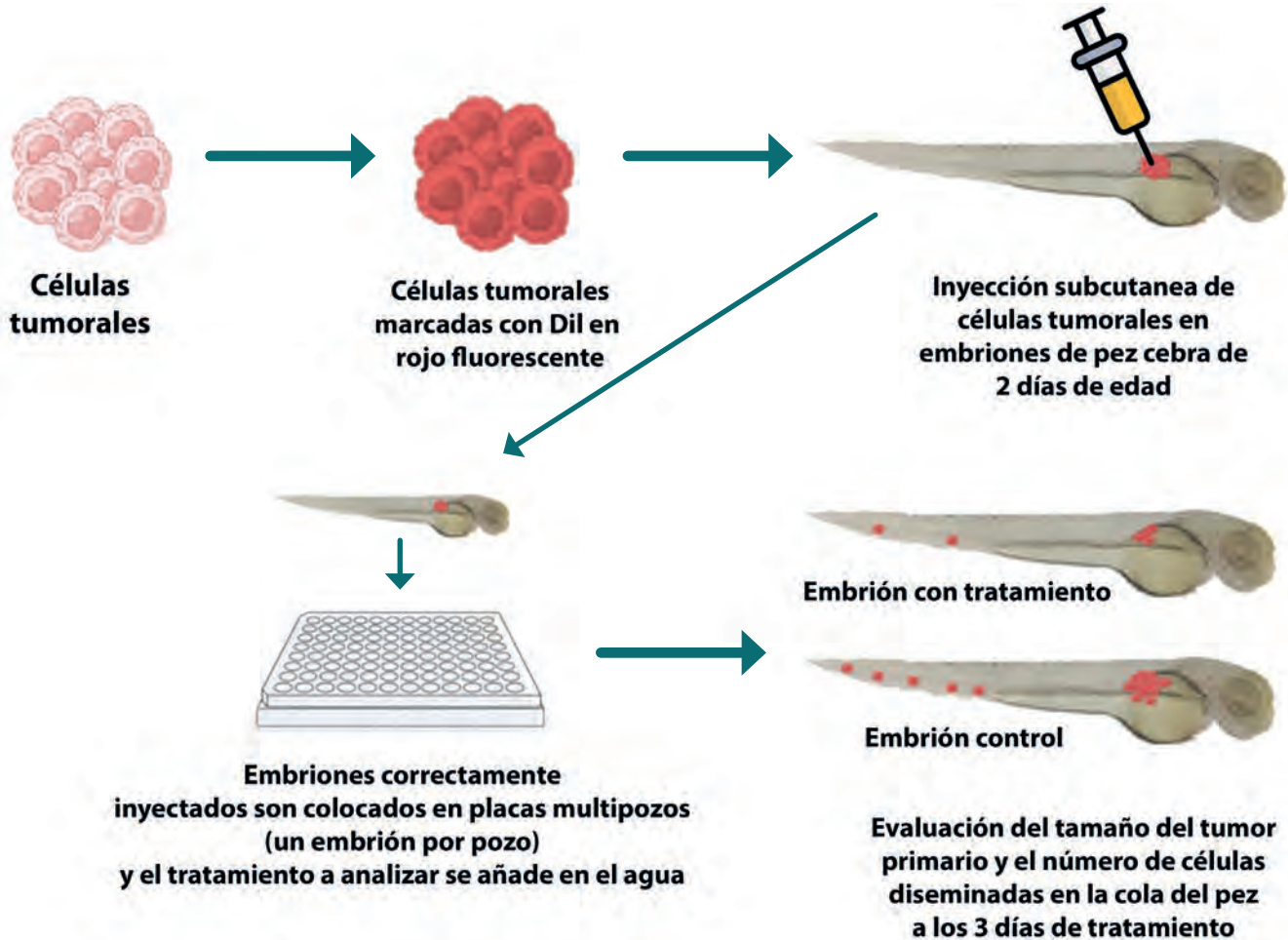


Figura 5. Modelo de xenoinjerto tumoral en embriones de pez cebra para estudiar el efecto de diferentes fármacos en la eficacia del tratamiento en el tamaño de tumor primario y metástasis.

en un gen es la responsable de los síntomas observados en el paciente, se puede modificar o eliminar el mismo gen de pez cebra y observar si éste desarrolla los mismos síntomas del paciente. A continuación se describen algunos ejemplos de enfermedades humanas estudiadas en pez cebra.

#### a) Distrofia

La distrofia muscular de Duchene es un trastorno hereditario caracterizado por la debilidad muscular progresiva. Los pacientes que padecen esta enfermedad presentan mutaciones en el gen distrofina. Tanto en humanos como en el pez cebra, la mutación de distrofina provoca una necrosis gradual de las fibras musculares, que son remplazadas por células inflamatorias, fibrosis y fibras musculares de tamaños anormales.

#### b) Cáncer

Durante décadas, los embriones de pez cebra han sido usados para estudiar los procesos biológicos que contribuyen al crecimiento y metástasis del cáncer. Debido a su transparencia, rápido crecimiento y de fácil manipulación genética, el embrión de pez cebra se ha convertido en uno de los modelos animales más populares, sólo después del ratón.

Para estudiar el cáncer, se utilizan embriones de dos días de edad (Figura 4A). La transparencia de los embriones permite observar bajo el microscopio el comportamiento de

las células cancerosas y su interacción con el microambiente que las rodea. Para esto, las células tumorales se marcan con moléculas fluorescentes y se inyectan en los embriones, formando microtumores capaces de crear metástasis en el embrión. Dichas células tumorales pueden modificarse genéticamente para estudiar los genes responsables de la metástasis. Además, se pueden utilizar embriones transgénicos en los que los vasos sanguíneos se pueden visualizar mediante fluorescencia verde (Figura 4B). Los resultados obtenidos en el pez cebra son altamente similares a los obtenidos en ratones (ALI, *et al.* 2022).

Los modelos de xenoinjerto tumoral en embriones de pez cebra han revolucionario el estudio de cáncer. En este modelo las células tumorales humanas se marcan con moléculas fluorescentes, tales como Dil rojo fluorescente y se inyectan en embriones de dos días de edad, posteriormente los embriones inyectados se colocan en placas multipozos conteniendo agua con el medicamento a analizar. Después de solo 3 días de tratamiento, el efecto del medicamento en el tamaño del tumor primario y la metástasis de células tumorales puede ser analizado (Figura 5). Los resultados que se obtienen en el embrión de pez cebra correlacionan a lo observado

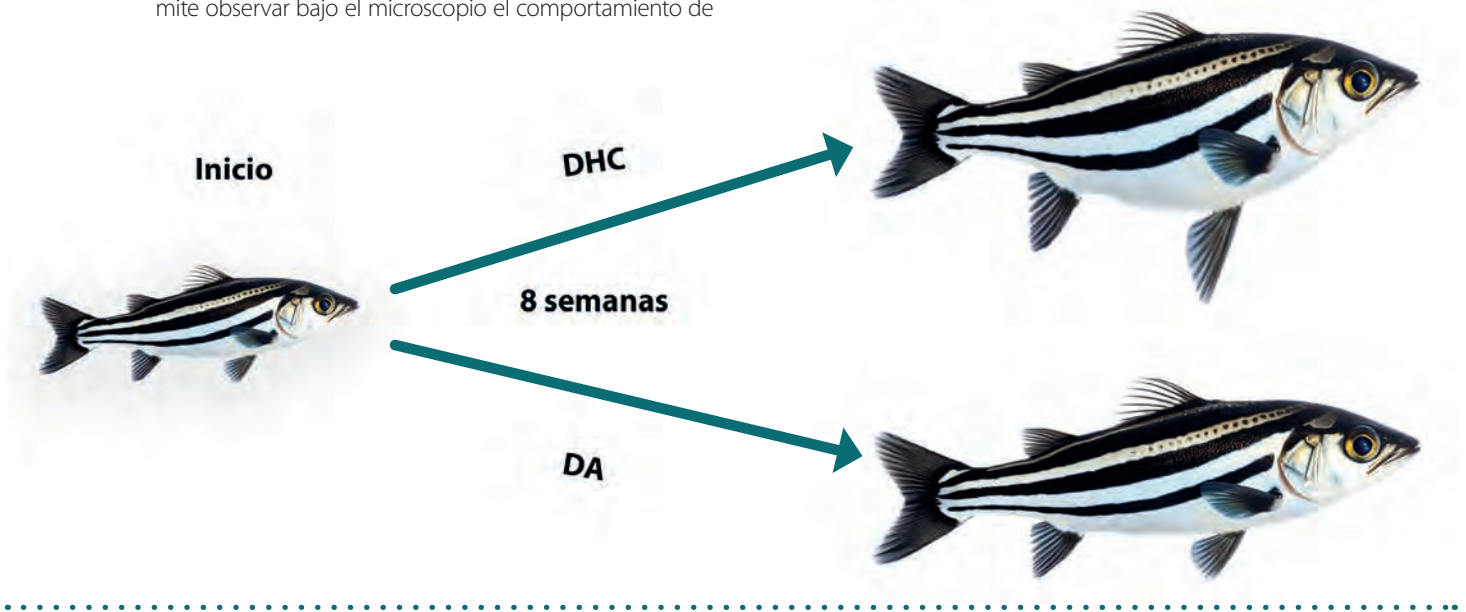


Figura 6. Efecto de la dieta hipercalórica y de la dieta suplementada con amaranto en el crecimiento del pez cebra. Modificado de Torres S, Tesis Maestría-DBM, IPICYT.



Es Ingeniera Bioquímica en Alimentos por el Instituto Tecnológico de Celaya. Con estudios de Maestría y Doctorado en Biotecnología Vegetal por CINVESTAV-U, Irapuato. Actualmente se desempeña como Profesor-Investigador- Titular “C”, en el IPICYT, en la División de Biología Molecular. Profesor-Investigador Nivel 3 del SNI. En la actualidad, trabaja en proyectos como la “Caracterización de compuestos bioactivos con actividad neuroprotectora”; “Omicas en el estudio de respuesta estrés en plantas”, así como “Dieta-microbiota y salud”.

en pacientes y a los obtenidos si se usara ratón. Diversos grupos de investigación han demostrado que el modelo de xenoinjerto tumoral en embriones de pez cebra es capaz de predecir cuál tratamiento de quimioterapia será de mayor beneficio para el paciente en diferentes tipos de cáncer (Lindahl *et al.*, 2024).

### c) obesidad

La obesidad es uno de los problemas actuales de salud pública de mayor importancia, debido a que es una enfermedad crónica multifactorial que implica factores ambientales y de comportamiento, así como factores genéticos (OMS, 2021). Se caracteriza por una acumulación excesiva de tejido adiposo y, en consecuencia, un aumento desmedido de peso corporal. La obesidad es un factor de riesgo para el desarrollo de otras enfermedades como la diabetes tipo 2, enfermedades cardiovasculares y cáncer (OMS, 2021). Se han reportado diversos enfoques para el tratamiento de la obesidad, pero el más efectivo se relaciona con el control de dieta y el consumo de alimentos nutritivos y nutracéuticos (OMS, 2021).

En el pez cebra se han desarrollado modelos de obesidad inducidos por dietas alta en grasa, estos modelos son de gran utilidad para los estudios del efecto del consumo de alimentos obesogénicos y alimentos nutracéuticos y su potencial para contrarrestar enfermedades metabólicas (Figura 6).

La importancia y popularidad del embrión de pez cebra es tal que existen empresas en Europa y Estados Unidos de América que ofrecen sus servicios de investigación basados en el pez cebra (Creative Biolabs; Turku Biosciencie; Zirc Health Services) También existen empresas farmacéuticas enfocadas a descubrir y desarrollar nuevos tratamientos anticancerígenos, reduciendo considerablemente el

tiempo de evaluación de un medicamento en las pruebas preclínicas e incrementando las probabilidades de éxito en las pruebas clínicas. Sumado a ello, en Suecia, el modelo de cáncer en embriones de pez cebra fue recientemente certificado como dispositivo médico para detectar el tratamiento de quimioterapia que mejor se adapte a cada paciente y así reducir de esta manera las muertes por cáncer (BioReperia, <https://bioreperia.com>).

En resumen, estos pequeños pececillos tienen un gran potencial para el estudio avanzado de la medicina en el futuro. Hoy en día, varios grupos de investigación están escogiendo al pez cebra como organismo modelo para sus investigaciones sobre medicina regenerativa. El Instituto Salk, en California, estudia la regeneración del corazón, el Max Planck, en Alemania, se enfoca en descubrir la función de los genes humanos, mientras que el Hospital Infantil de Boston estudia la sangre del pececillo para combatir la anemia. **UP**

### Referencias bibliográficas:

- Ito, T., Ando, H., Suzuki, T., Ogura, T., Hotta, K., Imamura, Y., Yamaguchi, Y., Handa, H. (2010). Identification of a primary target of thalidomide teratogenicity. *Science* 327(5971):1345-1350. Doi:10.1126/science.1177319.
- Ali, Z., Vildevall, M., Vazquez-Rodriguez, G., Tandiono, D., Vamvakaris, I., Evangelioi G., Lolas, G., Syrigos, K.M., Villanueva, A., Wick, M. Omar, Sh., Erkstam, A., Schueler, J., Fahlgren, A., Jensen, L.D. (2022). Zebrafish patient-derived xenograft models predict lymph node involvement and treatment outcome in non-small cell lung cancer. *Journal of Experimental & Clinical Cancer Research* 41 Article 58. <https://doi.org/10.1186/s13046-022-02280-x>
- Hill, M.A. (2022). Embryology Zebrafish Development. de [https://embryology.med.unsw.edu.au/embryology/index.php/Zebrafish\\_Development.t](https://embryology.med.unsw.edu.au/embryology/index.php/Zebrafish_Development.t) Revisado Noviembre 2022.
- Howe, K., Clark, M.D., Torroja, C.F., Tarrance, J., Berthelot, C., Muffato, M., et al. (2013). The zebrafish reference genome sequence and its relationship to the human genome. *Nature* 496(7446):498-503. DOI:10.1038/nature12111.
- Lindahl, G., Fjellander, S., Selvaraj, K., Vildeval, M., Ali, Z., Almtor, R., et al. (2024). Zebrafish tumour xenograft models: a prognostic approach to epithelial ovarian cancer. *npj Precision Oncology* 8(1), 53, 1-11. <https://doi.org/10.1038/s41698-024-00550-9>.

Recibido: 05.12.2023 • Aceptado: 04.11.2024

Palabras clave: Microbiota, obesidad, alimentación, nutrientes.

# Influencia de la microbiota intestinal en el control de peso

MARCIA MENDOZA LÓPEZ

*mmlopez@uach.mx*

PAOLA MARÍA NÚÑEZ MÉNDEZ

*pnunez@uach.mx*

FACULTAD DE ENFERMERÍA Y NUTRIOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA

El término “microbiota” hace referencia a la comunidad de microorganismos vivos residentes en un nicho ecológico determinado. La microbiota, que se encuentra en el intestino humano, es una de las comunidades con mayor densidad de población, incluso más que el suelo, el subsuelo y los océanos.

La microbiota Incluye muchas especies nativas que colonizan de manera permanente el tracto gastrointestinal y a una serie variable de microorganismos que solo lo hacen de manera transitoria.

Por otro lado, la obesidad es consecuencia del incremento en el consumo de alimentos altos en calorías, azúcares y grasas saturadas; sin embargo, el aumento en la ingesta de calorías mediante productos alimenticios industrializados, no explica completamente la actual epidemia de obesidad.

Aunado a esto, se sabe que diversos hábitos y situaciones alimentarias que ocurren alrededor del nacimiento incrementan el riesgo de desarrollar obesidad, diabetes y enfermedades cardiovasculares en la etapa adulta, por lo que la colonización inicial podría ser muy importante para determinar la composición final de la microbiota permanente en los adultos.

### La Microbiota Intestinal

El tracto gastrointestinal constituye la principal superficie de intercambio y comunicación entre el medio externo y el medio interno. La mucosa gastrointestinal de un adulto alcanza una superficie de 300 a 400 metros cuadrados (considerando la superficie total, incluyendo las vellosidades desplegadas) y está constituida por estructuras y funciones (sensores, receptores, glándulas, secreciones, actividad mecánica, etcétera.) específicamente

adaptadas al reconocimiento analítico y bioquímico de las sustancias que transitan por el tubo digestivo.

Como resultado de la actividad del tracto gastrointestinal, el individuo obtiene importantes beneficios:

- a) Funciones de nutrición y metabolismo, que incluyen recuperación de energía gracias al metabolismo de los ácidos grasos, así como la producción de vitaminas y efectos favorables sobre la absorción de calcio y hierro en el colon;
- b) Funciones de protección, previniendo la invasión de agentes infecciosos o el sobre crecimiento de especies residentes con potencial patógeno,
- c) Funciones tróficas sobre la proliferación y diferenciación del epitelio intestinal, y sobre el desarrollo y modulación del sistema inmunológico.

### Tipos de microbiota intestinal y sus alteraciones

El microbioma se refiere a la población total de microorganismos, junto con sus genes y metabolitos, que colonizan el cuerpo humano, incluyendo el tracto gastrointestinal, el sistema genitourinario, la cavidad oral, la nasofaringe, el tracto respiratorio y la piel. En conjunto, y debido a su influencia en el metabolismo intestinal, tiene enzimas que transforman a los polisacáridos complejos de la dieta, que el intestino humano no puede digerir ni absorber, en

monosacáridos y ácidos grasos de cadena corta (AGCC), principalmente acético, propiónico y butírico (Icaza Chávez, 2013).

Se debe considerar que los *Lactobacillus* juegan un papel neutral en el desarrollo de la obesidad. La teoría plantea que las especies asociadas con obesidad facilitan la digestión temprana de los lípidos, mientras que aquellas que muestran ser protectores digieren los azúcares simples, compitiendo con el intestino por las calorías que estos aportan (González, *et al.*, 2017).

Los estudios que han investigado el microbioma asociado a la obesidad caracterizan un aumento de bacterias con actividades antiinflamatorias, entre ellas, géneros como *Proteobacteria*, *Bacteroides*, *Campylobacter* y *Shigella*, además de una disminución de *Akkermansia muciniphilae*.

Además, se ha establecido que los pacientes con sobrepeso u obesidad presentan una microbiota con una composición diferente. Específicamente, se observa un aumento de ciertas bacterias intestinales, con una mayor proporción de bacterias gramnegativas, miembros del *Phylo Bacteroidetes* y una menor proporción de *Firmicutes* (grampositivos), lo cual incrementa la relación *Firmicutes/Bacteroidetes* (F/B) (Farías, *et al.*, 2020; González, *et al.*, 2017).

En la figura 1 se muestran las diferencias en la composición cuantitativa y cualitativa con respecto de la microbiota intestinal



entre pacientes obesos y personas sanas. Estas últimas presentan una mayor abundancia de *Bifidobacterium* spp, en comparación con personas con sobrepeso, mientras que los sujetos obesos muestran una menor cantidad de *Bacteroidetes* y un mayor número de *Firmicutes* en comparación con personas delgadas (Duca, et al., 2018).

### Cambios en la microbiota intestinal y sobrepeso

En las últimas décadas se ha observado un incremento alarmante en las enfermedades metabólicas, sobre todo la obesidad, derivado del aumento en la ingesta de alimentos altamente calóricos y la falta de actividad física o el sedentarismo. Aunado a esto, se sigue investigando otros factores ambientales que puedan estar contribuyendo al crecimiento de la prevalencia de la obesidad, se ha pensado en que uno de estos causantes puede ser los cambios sufridos en la microbiota.

Tinahones (2017) menciona que han propuesto varios mecanismos que enlazan la microbiota intestinal y la obesidad, entre los que se destacan:

1. Cambios en la proporción de bacterias intestinales podrían hacer que predominaran las bacterias que degradan polisacáridos indigeribles, lo cual incrementaría la energía obtenida de los alimentos.
- a) Por lo tanto, existiría una microbiota específica capaz de obtener más energía de la misma ingesta calórica diaria.
- b) Generación de metabolitos activos, como los ácidos grasos o los ácidos biliares, con efectos antiinflamatorios y de regulación de los metabolismos.
- c) Incremento del sistema endocannabinoide, el cual desempeña un papel importante en el equilibrio energético mediante la regulación del apetito y la motilidad intestinal. El sistema endocannabinoide incluye cualquier molécula

lipídica derivada del metabolismo de lípidos y regula diversas funciones corporales, como el sueño, el estado de ánimo, el apetito el aprendizaje, la memoria, la temperatura corporal, el dolor, funciones inmunitarias y la fertilidad.

- d) Disminución de la expresión génica intestinal del factor adiposo inducido por el ayuno (FIAF, *Fasting-Induced Adipocyte Factor*), encargado de inhibir la actividad de la lipoproteína lipasa en relación con el almacenamiento hepático y adiposo de grasas, regulando así los procesos de apetito y saciedad.
- e) Modulación intestinal derivada de la secreción de péptidos, como GLP-1, GLP-2 y el péptido intestinal YY, que cuentan con los esperados efectos benéficos en el ecosistema intestinal.

A pesar de estas propuestas, los mecanismos exactos por los cuales la microbiota contribuye a la obesidad no han sido del todo esclarecidos. Sin embargo, se sugiere que podría influir a través de un mayor suministro de calorías debido al incremento de actividad de la lipasa lipoproteica (LPL), una mayor permeabilidad intestinal, aumento de la lipogénesis, acción del sistema endocannabinoides y endotoxemia.

La microbiota intestinal presenta un conjunto de enzimas y transportadores que participan en la hidrólisis de carbohidratos, sobre todo en aquellos no digeribles, facilitando su absorción. Estos carbohidratos no digeribles son fermentados para producir ácidos grasos de cadena corta (SCFA), los cuales pueden proveer calorías adicionales hasta un 10 % de energía adicional.

### Tratamientos dietéticos que influyen en la pérdida de peso de forma saludable

El mejor tratamiento no quirúrgico para la obesidad consiste fundamentalmente

Reducción de:	Incremento de:
Bifidobacterium	Sthaphylococcus
Eubacterium rectale/clostridium	Enterobacteriaceae
Coccooides	Escherichia coli
Bacteroidetes	Anaerotruncus
Bacteroides pectinophilus	Colihominis
Eubacterium seraeum	Lactovacillus reuteri
Clostridium phytofermentans	Archaea
Faecalibacterium	Metanogénicas)
Roseburla sp	
Methanobrevibacter smithii	

Figura 1. Cambios en la microbiota intestinal asociados a obesidad.

Licenciada en Nutrición por la Facultad de Enfermería y Nutriología por la Universidad Autónoma de Chihuahua. Master Internacional en Nutrición y Dietética Aplicada por la Universidad de León, Maestra en Desarrollo Humano por la Universidad La Salle Chihuahua. Especialidades en Trastornos de la Conducta Alimentaria, Nutrición y Envejecimiento, Psicología de la Nutrición. Certificación en Competencias Laborales para el Diseño, Impartición y Evaluación de Cursos Presenciales, así como Certificación como Coach en Cambio de Hábitos. Docente universitaria y coach para el cambio de hábitos y promoción de la salud.



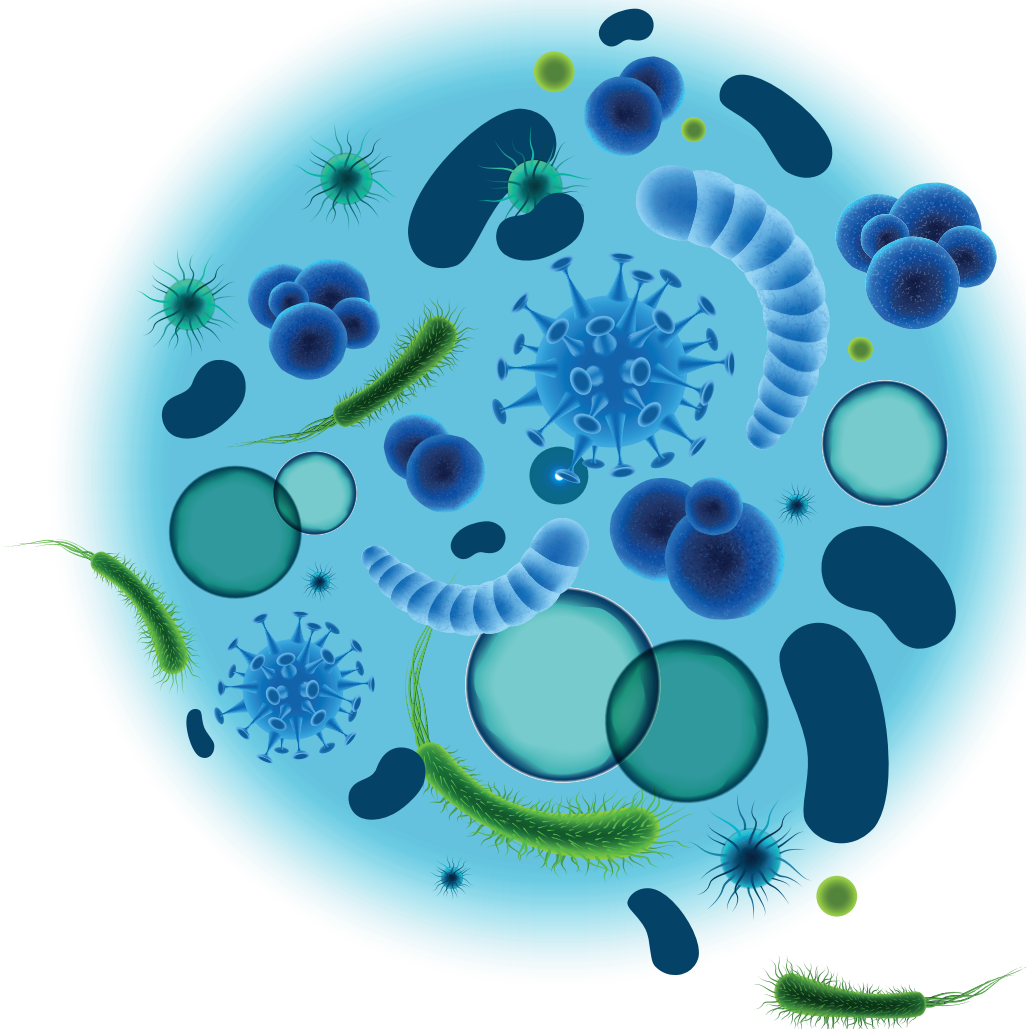
en cambios en el estilo de vida, alimentación saludable y ejercicio físico, lo que permite un óptimo funcionamiento biológico de las reservas energéticas y previene un balance energético positivo (Farías, *et al.*, 2011).

Las relaciones establecidas entre la obesidad, el metabolismo, la inmunidad y la microbiota intestinal, proponen el uso de

estrategias dietéticas destinadas a modular la composición de la microbiota. En este sentido, la administración de probióticos y prebióticos se ha sugerido como un medio para controlar los trastornos metabólicos de forma más eficaz.

La mayoría de los estudios al respecto se centran en la administración de probióticos y prebióticos. Recientemente, se ha

demostrado que el consumo de probióticos se asocia con una mayor concentración de bacterias grampositivas y a una disminución de las gramnegativas en las heces, lo cual podría reducir el desarrollo de una endotoxemia en la sangre y, en consecuencia, el riesgo de desarrollar obesidad y resistencia insulínica (Farías, *et al.*, 2011). Lo cual incrementaría la energía obtenida de los alimentos. **UP**



**Referencias bibliográficas:**

Tinahones F. Mesa redonda. Avances fisiopatológicos en obesidad. La importancia de la microbiota en la obesidad. *Rev Esp Endocrinol Pediatr* 2017; 8 (Suppl). [Internet]. [Consultado 09 de enero 2020]. Disponible en: <https://www.endocrinologiapediatrica.org/revistas/P1-E22/P1-E22-S1079-A394.pdf>

Farías N María Magdalena, Silva B Catalina, Rozowski N Jaime. MICROBIOTA INTESTINAL: ROL EN OBESIDAD. *Rev. chil. nutr.* [Internet]. 2011 Jun [citado 2020 enero 2023]; 38(2): 228-233. Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-75182011000200013&lng=es](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182011000200013&lng=es) <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182011000200013>

González N, González Y, Padilla L. (2017). Microbiota intestinal, sobrepeso y obesidad. *RESPYN Revista Salud Pública y Nutrición*, 16(3), 23-28. [Internet]. [Consultado 09 de enero 2020]. Recuperado de <http://respyn.uanl.mx/index.php/respyn/article/view/324>

Duca J, Rusu F, Chira A, Dumitrascu DL. Gut Microbiota and Body Weight - A Review. *Psiholojske teme / Psychological Topics* [Internet]. 2018 Jan [Consultado 20 de enero 2020]; 27(1):33-53. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=130580311&lang=es&site=ehost-live>

Icaza-Chávez, M. E. (2013). Microbiota intestinal en la salud y la enfermedad. *Revista de gastroenterología de México*, [Internet]. 78(4), 240-248. Disponible: <http://www.revistagastroenterologiamexico.org/es-microbiota-intestinal-salud-enfermedad-articulo-S0375090613001468>

MARTHA ALEJANDRA LOMELÍ PACHECO  
*martha.lomeli@uaslp.mx*  
INSTITUTO DE METALURGIA, UASLP



# Historias del **Nobel**

Recientemente se publicaron los científicos que serán galardonados este año 2024 con el máximo reconocimiento en sus respectivas áreas de especialidad: química, física, medicina, literatura, paz y ciencias económicas, los premios Nobel.

Y en el marco de esta celebración me gustaría dedicar esta sección a relatar la historia de Fritz Haber, científico ganador del Premio Nobel de Química otorgado en 1918, cuya premiación estuvo marcada por la polémica ya que sus últimos trabajos han generado múltiples debates sobre la ética de la ciencia. Pero si quieres conocer más al respecto, sigue leyendo.

Fritz Haber, nació el 9 de diciembre de 1868 en Breslavia, entonces parte del Imperio Alemán (hoy Wrocław, Polonia), fue un destacado químico que desempeñó un papel crucial en el desarrollo de la química moderna. Uno de sus logros más significativos fue la obtención del amoníaco, basándose en la reacción:

El proceso se lleva a cabo a altas temperaturas (alrededor de 400–500 °C) y altas presiones (entre 150 y 300 atmósferas), en presencia de un catalizador (generalmente hierro). Este proceso fue desarrollado por el químico alemán Fritz Haber y posteriormente optimizado por Carl Bosch, por lo que se conoce como proceso Haber–Bosch.

Tal vez te estés preguntando cual es la relevancia de este descubrimiento. El amoníaco, es un compuesto de gran importancia debido a su uso en fertilizantes el cual puede ser directamente aplicado al suelo como nutriente vegetal o convertido en una variedad de fertilizantes nitrogenados comunes. Su uso es preferible a otros compuestos ya que no tiene un impacto negativo en el medio ambiente y el suelo. Este avance, transformó la producción de fertilizantes y tuvo un efecto profundo en la agricultura, lo que ha ayudado a alimentar a millones de personas en todo el mundo.

Fritz Haber pudo haber pasado a la historia como un humanista que logró crear un mundo mejor por su impacto contra la hambruna y por todas las vidas que este descubrimiento pudo haber salvado, sin embargo, se consideraba a sí mismo como un nacionalista, de tal manera que al comenzar la primera guerra mundial decidió participar activamente en el desarrollo de armas químicas. Se cree que su primera esposa Clara, científica y pacifista, decidió poner fin a su vida al ver el impacto de estas nuevas armas. Se dice que su único hijo Hermann tomó la misma decisión por los mismos motivos que su madre, unos años después.

### Armas químicas

Es importante mencionar que antes de la primera guerra mundial no existía una prohibición formal y específica sobre el uso del cloro como arma química. Sin embargo, ya había discusiones sobre las armas químicas y sus implicaciones éticas. El uso de gases tóxicos en conflictos bélicos no era algo común, pero había un entendimiento general de que podían ser extremadamente peligrosos. Durante la Conferencia de La Haya en 1899 y 1907, se realizaron esfuerzos para limitar el uso de armas en la guerra, pero estas conferencias no incluyeron un tratado específico que prohibiera las armas químicas.

Fritz Haber promovió el uso de gas venenoso como una forma de guerra química. En 1915, se utilizó cloro gaseoso en la batalla de Ypres, marcando la primera vez que se emplearon armas químicas en un conflicto militar a gran escala. Haber estuvo involucrado en el desarrollo y la implementación de otros gases tóxicos, como el gas mostaza.

El uso de estos gases permitía ataques a distancia y podía causar bajas sin necesidad de un enfrentamiento cuerpo a cuerpo, lo que era especialmente atractivo en las condiciones estáticas de las trincheras. Sin embargo, el cloro es un gas altamente tóxico que puede causar daño respiratorio severo e incluso la muerte. Su inhalación provoca irritación en las vías respiratorias y puede llevar a la asfixia, y el sulfuro de bis(2-cloro-etilo) o Yperita, conocido como gas mostaza, es un agente vesicante, lo que significa que causa quemaduras graves en la piel y las membranas mucosas. Al ser inhalado, puede causar daño respiratorio severo, ceguera temporal y lesiones en los ojos. Además, ataca las células del cuerpo, interfiriendo con su capacidad para replicarse y funcionar correctamente. Esto puede provocar daños a largo plazo y aumentar el riesgo de cáncer.


Al finalizar la primera guerra mundial, el uso de armas químicas fue abordado en el Protocolo de Ginebra de 1925, que prohibió el uso de armas químicas y biológicas en la guerra.

### Al terminar la guerra

Muchos consideran que su contribución a la guerra química empañó su legado como científico. A pesar de sus aportes a la agricultura y a la ciencia en general (también fue relevante su método para evaluar la energía reticular de un sólido iónico, conocido como ciclo de Born–Haber), su implicación en la guerra generó críticas y un debate ético sobre la responsabilidad de los científicos.

Muchos científicos y contemporáneos de Haber estaban en desacuerdo con el uso de sus descubrimientos en la guerra. Esto llevó a divisiones en la comunidad científica sobre si merecía el premio Nobel, dado que su trabajo también resultó en un sufrimiento humano significativo.

Finalmente 1933, con el ascenso del régimen nazi, Haber, que era descendiente de judíos, se vio obligado a abandonar Alemania, se trasladó a Inglaterra y luego a los Estados Unidos, donde continuó su trabajo científico hasta su muerte el 29 de enero de 1934 en Basilea, Suiza.

El legado de Fritz Haber es complejo, ya que su trabajo ha permitido avances significativos en la agricultura y la producción de alimentos; y por otro lado su implicación en la guerra química plantea preguntas difíciles sobre la ética de la ciencia y la responsabilidad de los científicos en la sociedad. La historia de Haber es un recordatorio de que los descubrimientos científicos pueden tener consecuencias tanto positivas como negativas, y subraya la importancia de considerar el impacto social de la ciencia en el mundo. Por eso es importante recordar que tanto la ciencia como el conocimiento no son buenos ni malos, lo importante es lo que hagan las personas con ellos. 

PROTAGONISTA DE LA GINECOOBSTETRICIA

# MARIBEL MARTÍNEZ DÍAZ

GUADALUPE GUEVARA



En San Luis Potosí son muchas las historias de hombres y mujeres que han destacado en el área de la medicina, una de ellas comienza en el municipio potosino de Matehuala, donde nació y creció una niña de excelentes notas escolares, ella soñó en un día vestir una bata blanca, en comprometerse y sentir el respeto de la gente por otorgar salud a las personas.

Así nació la historia de Maribel Martínez Díaz, médica brillante, graduada de la licenciatura en Médico Cirujano por la Facultad de Medicina de la UASLP con el reconocimiento de mejor promedio de su generación. Posteriormente, realiza el posgrado en Ginecología y Obstetricia en la Ciudad de México, en el Hospital de Ginecología y Obstetricia "Luis Castelazo Ayala".

Cuenta también con la Subespecialidad en Biología de la Reproducción en el Instituto Nacional de Nutrición "Salvador Zubirán" y la Maestría en Investigación Clínica en la UASLP.

Esta mujer, quien se describe como una "romántica de la medicina, y amante de la vida", reconoce que eligió la especialidad en Ginecología por ser una de las áreas troncales de la medicina que tiene mucha relación con diferentes áreas, tales como cirugía, medicina interna y atiende un poco pediatría; gente que está sana, y ayuda a muchas niñas y niños a poder ver esa luz de la vida.

Hoy, la doctora Maribel Martínez, recuerda con nostalgia ese camino, por sus manos han pasado más de 15 mil bebés que debido a su trabajo profesional, han llegado a este mundo. Cuenta que sus primeros 100 partos los realizó como estudiante de la especialidad en diversos Hospitales Públicos; alumbramientos que logró desarrollar de manera satisfactoria gracias a la guía de muchos profesionales que la acompañaron en su formación.

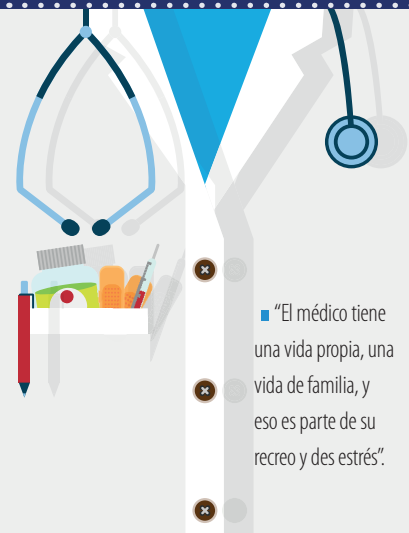
En ese mar de nacimientos, que ha implicado el ejercicio de su profesión, la especialista universitaria reconoce el empoderamiento de las mujeres, "ahora ya no dejan la decisión de la maternidad al hombre o a una divinidad", aunque no descarta que pudieran darse algún caso en zonas rurales, indica que hace décadas que ha dejado de encontrar mujeres "dejadas al destino y/o victimizadas".

Para la ginecóloga hay un sí a la vida y un sí muy restringido a ciertos casos de interrupción del embarazo, y aunque esta reflexión parezca una contradicción, la galena explica que el aborto es una práctica desafortunadamente necesaria en casos muy seleccionados, pero que cada vez debe ser menos común, pues considera que la consejería en estudiantes y jovencitas, la información y educación, darán las herramientas suficientes a las mujeres que llegan a embarazarse para tratar de evitarlo, a través de autoestima, métodos de apoyo y redes de atención.

En este 2024, la doctora Maribel Martínez cumple 35 años como maestra en la Facultad de Medicina de la UASLP, dedicando tiempo a impartir materias como: fisiología reproductiva, propedéutica gineco-obstétrica y endocrinología reproductiva, nutrición en la mujer adulta, entre otras.

Leal a su humanismo, y ahora a cargo de la Secretaría General de la Facultad de Medicina, Maribel Martínez Díaz no es ajena a los cambios en la formación de los futuros médicos, por ello de la mano de autoridades de la entidad buscan espacios de prácticas para estudiantes, ya que señala que "no es lo mismo escuchar el sonido grabado del corazón en un robot humanoide, que escuchar el corazón directamente del tórax de una persona". **UP**

## APUNTES



■ "El médico tiene una vida propia, una vida de familia, y eso es parte de su recreo y des estrés".

■ Recomienda la obra del escritor judeo polaco Yuval Noah Harari, de quien actualmente lee Nexus.



■ Le gusta la música pop en inglés en español el jazz y la música instrumental, aunque no tiene algún artista preferido.

■ Los Personajes que la inspiraron fueron la Doctora Beatriz Velázquez, y el Doctor Federico Díez a quienes considera maestros y guías.



Estudios realizados por científicos del Instituto Nacional de Salud Pública, de la Universidad Iberoamericana, en un primer monitoreo sobre la presencia de plomo en 103 alimentos consumidos en el país, destacaron la presencia de este metal pesado en 18 % de los productos analizados. La institución enfatiza la importancia de la creación de monitoreo y vigilancia para garantizar que no se superen los límites máximos. **UP**

Para más información:

<https://elpais.com/mexico/2024-02-22/un-grupo-de-cientificos-mexicanos-encuentra-plomo-en-alimentos-de-la-cantata-basica.html>



Empresas alimentarias colaboran para implementar tecnología avanzada de biogestores en sus cadenas de suministro con el fin de potenciar el desarrollo rural sostenible, promover la transición hacia una economía baja en carbono y fortalecer el desarrollo económico. **UP**

Para más información:

<https://thefoodtech.com/industria-alimentaria-hoy/empresas-alimentarias-se-unen-para-transformar-la-agricultura-en-mexico-con-tecnologia-innovadora/>

La doctora Isabel Cristina Flores Rueda, profesora de la UASLP en el campus Matehuala, ganó el Premio ANUIES 2024 en Innovación en la Práctica Docente. Su participación consistió en un portafolio de evidencias que mostró la evolución de su práctica docente, destacando la integración de tecnología y aprendizaje significativo. **UP**

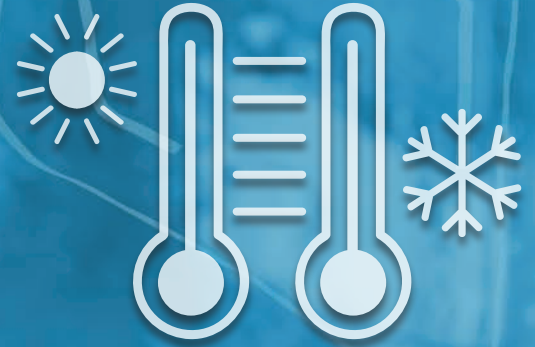
Para más información:

<https://wp.uaslp.mx/noticias/investigacion/catedratica-de-campus-matehuala-es-galardonada-con-el-premio-anui-2024/> <https://wp.uaslp.mx/noticias/investigacion/catedratica-de-campus-matehuala-es-galardonada-con-el-premio-anui-2024/>

# ANUIES



# ¿Por qué el agua caliente se congela más rápido que la fría?



ANGÉLICA CECILIA MORÁN LÓPEZ  
a328434@alumnos.uaslp.mx

Al meter dos recipientes con agua a distinta temperatura al congelador se creería que el de menor temperatura se congelará más rápido; aunque tiene algo de cierto, existe un fenómeno que desafía nuestra intuición: el efecto Mpemba, que describe la observación de que, en ciertas condiciones, el agua caliente se congela más rápido que el agua fría.

Aunque este efecto fue observado por primera vez en la antigua Grecia por Aristóteles, fue redescubierto hasta 1963 por el físico tanzano Erasto Mpemba, quien al notar que una mezcla caliente para hacer helados parecía congelarse a una mayor velocidad que la fría.

Una de las explicaciones que se le ha dado a este fenómeno, es la evaporación, dado que cuando el agua caliente comienza a enfriarse, una parte de ella se evapora, reduciendo el volumen total de agua que necesita para congelarse. Por lo tanto, menos agua implica menos tiempo para llegar al punto de congelación.

Sin embargo, aunque pareciera que este efecto va en contra del sentido común, es importante aclarar que circunstancias específicas, como la pureza del agua, el recipiente y la temperatura ambiental, parecen influir mucho en si se manifiesta o no. A mayor diferencia, mayor efecto; por

ejemplo, un recipiente con agua a 5 °C se congelará antes que agua a 35 °C, pero agua a 70 °C tardará en congelarse que agua a 90 °C.

Este fenómeno ha sido objeto de investigaciones científicas recientes y, aunque aún no hay un consenso total, los estudios siguen arrojando pistas sobre su naturaleza. Al final, el efecto Mpemba nos recuerda que el mundo físico está lleno de sorpresas, y lo que parece ir en contra del sentido común a veces puede abrir nuevas puertas al conocimiento. **UP**

**Fuentes:**

García de Durango, A. (2017, enero 10). Efecto Mpemba: ¿Por qué el agua caliente se congela más rápido que el agua fría? *lAguá*. <https://www.iagua.es/blogs/agueda-garcia-durango/efecto-mpemba-que-agua-caliente-se-congela-mas-rapido-que-agua-fria>

Freire, N. (2024, mayo 23). Efecto Mpemba: cuando el agua caliente se congela antes que la fría. *National Geographic*. [https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/cuando-agua-caliente-se-congela-antes-que-fria\\_22207](https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/cuando-agua-caliente-se-congela-antes-que-fria_22207)





# Matilde Petra Montoya Lafragua

## Pionera del feminismo y la medicina en México

ANA AMÉRICA REYES CARREÓN

amerca@uaslp.mx


Nacida el 14 de marzo de 1857 en la Ciudad de México, Matilde Petra Montoya Lafragua se examinó como partera a la edad de 14 años en Cuernavaca, a donde llegó a radicar después de haber cursado la materia durante un año en la Escuela Nacional de Medicina, escuela que abandonó a la muerte de su padre por falta de recursos económicos.

Ejerció la obstetricia en Morelos hasta el año de 1872, cuando regresó a la Ciudad de México a la Nacional de Medicina para realizar su práctica en la Casa de Maternidad. En la Escuela Nacional de Medicina, la participación de la mujer no se aprobaba y se les excluía de algunas asignaturas, a Montoya le pretendían negar el permiso, particularmente en las disecciones, por los prejuicios y la visión conservadora que prevalecía.

De hecho, en esa época se consideraba inadmisibles que las mujeres cursaran alguna carrera neoliberal, como Derecho o Medicina. La Ley de Instrucción Pública de 1867 o la Constitución no lo prohibían, pero se pensaba que la mujer debía dedicarse al cuidado del hogar y la familia. Sin duda, Matilde luchó fervientemente contra esos prejuicios y tradiciones imperantes.

El 24 de agosto de 1887, Matilde Montoya hizo historia al convertirse en la primera médica de México, cuando presentó su examen profesional en la Escuela Nacional de Medicina, ante la presencia de profesionales de la medicina, periodistas y del presidente de la República, Porfirio Díaz.

Esta acción provocó reacciones encontradas entre la sociedad de la época; por una parte, unos reconocían y aplaudían su trabajo, mientras que por otro lado se cuestionaba la validez de su esfuerzo, argumentando que no era natural en una mujer la inclinación por una profesión, supuestamente, ajena a su género.

Matilde Petra Montoya Lafragua, murió en la Ciudad de México el 26 de enero de 1938 a los 79 años de edad. Sin duda, una mujer adelantada a su época que no solo luchó por sus derechos académicos, sino que sentó un precedente dentro del feminismo en México, que se vio reflejado con la siguiente frase: "Hombres y mujeres deben tener los mismos derechos intelectuales y civiles" 



# Encuentros y desencuentros: el resurgir de un amor

ANGÉLICA CECILIA MORÁN LÓPEZ  
a328434@alumnos.uaslp.mx

*El amor en los tiempos del cólera* es una novela publicada en 1985 por el reconocido escritor colombiano, ganador del Premio Nobel de Literatura en 1982, Gabriel García Márquez. Esta narración se desarrolla a finales del siglo XIX, en la costa Caribe


de Colombia; gira en torno a la historia de amor entre Florentino Ariza y Fermina Daza, dos personas que se conocieron en su juventud y que se reencontran después de muchos años.

La novela comienza contando el último caso del médico Juvenal Urbino, quien lamentablemente termina muriendo, dejando viuda a su esposa Fermina Daza, con quien llevó una larga vida matrimonial hasta la vejez. Estando en el funeral del esposo de Fermina, inesperadamente aparece Florentino Ariza, aquel amor de su juventud, quien le dice que lleva esperándola 51 años para confesarle que ha estado enamorado de ella toda su vida. A partir de ahí la historia da un salto en el tiempo hacia el pasado, el autor nos narra cómo se conocieron estos dos amantes, cómo Florentino se enamoró a primera vista y cuál fue el recorrido el cual los llevó a donde están ahora.

Uno de los principales temas de la obra es el

amor, como se menciona en el título; la relación romántica de Fermina Daza y Florentino Ariza constituye el punto de partida de la novela. Sin embargo, también toca temas como el paso del tiempo, la muerte y la enfermedad. García Márquez logra una analogía entre el padecimiento del cólera y los síntomas del amor: «El pulso tenue, la respiración arenosa y los sudores pálidos de los moribundos [...]». Le bastó con un interrogatorio insidioso, primero a él y después a la madre, para comprobar una vez más que los síntomas del amor son los mismos del cólera» (García Márquez, 2003, p. 39).

A lo largo de la novela se van desarrollando la historia de cada uno de los personajes principales y de qué manera sus caminos se cruzan. Esta obra es capaz de despertar el interés del lector y conoverlo, manteniendo su atención al mismo tiempo que lo va encantando con frases poderosas que perduran en la memoria y en la literatura.

*El amor en los tiempos del cólera* es una novela que cautiva desde el principio, la forma en que Gabriel García Márquez escribe y detalla los sentimientos de los personajes resulta atrayente para el lector. A pesar de ser una obra extensa, la historia te va envolviendo en ella. 

#### Referencias bibliográficas:

Márquez, G. G. (2003). *El amor en los tiempos del cólera*. Vintage Español.