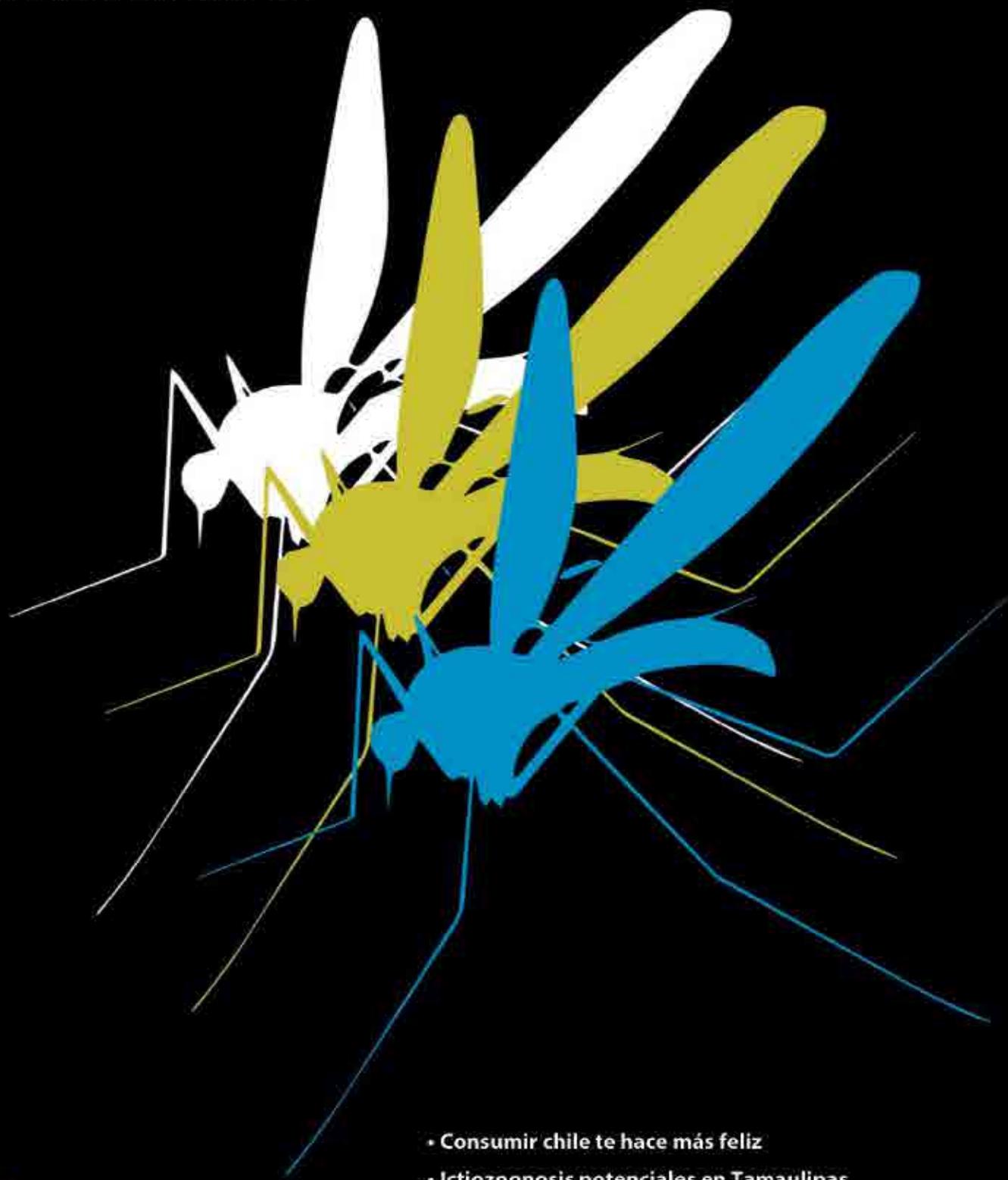


CIENCIA JUVENIL

Revista de divulgación científica y tecnológica
de la Universidad Autónoma de Nuevo León



Año 23,
Número 104
noviembre - diciembre 2020

ISSN: 2007-1175

- Consumir chile te hace más feliz
- Ictiozoonosis potenciales en Tamaulipas
- Dengue, una enfermedad con vacunas en investigación
- Virus como arma contra las bacterias farmacorresistentes



Una publicación de la Universidad Autónoma de Nuevo León

Mtro. Rogelio Garza Rivera
Rector

Dr. Santos Guzmán López
Secretario general

Dr. Juan Manuel Alcocer González
Secretario de investigación científica y desarrollo tecnológico

Directora editorial: Dra. Patricia del Carmen Zambrano Robledo

Consejo editorial

Dr. Sergio Estrada Parra / Dr. Jorge Flores Valdés /
Dr. Miguel José Yacamán / Dr. Juan Manuel Alcocer González /
Dr. Ruy Pérez Tamayo / Dr. Bruno A. Escalante Acosta /
Dr. José Mario Molina-Pasquel Henríquez

Coordinadora editorial: Melissa Martínez Torres
Redes y publicidad: Jessica Martínez Flores
Diseño: Mónica Lozano
Correctora de inglés: Mónica L. Balboa

Corrección: Luis Enrique Gómez Vanegas
Asistente administrativo: Claudia Moreno Alcocer
Portada: Francisco Barragán Codina
Webmaster: Mayra Silva Almanza
Diseño de página web: Rodrigo Soto Moreno

Ciencia UANL Revista de divulgación científica y tecnológica de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Año 23, N° 104, noviembre-diciembre de 2020. Es una publicación bimestral, editada por la Universidad Autónoma de Nuevo León, a través de la Dirección de Investigación. Domicilio de la publicación: Av. Manuel L. Barragán 4904, Campus Ciudad Universitaria, Monterrey, N.L., México, C.P. 64290. Teléfono: + 52 81 83294236. Directora editorial: Dra. Patricia del Carmen Zambrano Robledo. Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04-2013-062514034400-102. ISSN: 2007-1175 ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, Licitud de Título y Contenido No. 16547. Registro de marca ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial: 1437043. Impresa por: Serna Impresos, S.A. de C.V., Vallarta 345 Sur, Centro, C.P. 64000, Monterrey, Nuevo León, México. Fecha de terminación de impresión: 2 de noviembre de 2020, tiraje: 2,500 ejemplares. Distribuido por: la Universidad Autónoma de Nuevo León, a través de la Dirección de Investigación.

Las opiniones y contenidos expresados en los artículos son responsabilidad exclusiva de los autores y no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Prohibida su reproducción total o parcial, en cualquier forma o medio, del contenido editorial de este número.

Publicación indexada al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, LATINDEX, CUIDEN, PERIÓDICA, Actualidad Iberoamericana, Biblat.

Impreso en México
Todos los derechos reservados
© Copyright 2020

revista.ciencia@uanl.mx

CIENCIAUANL

COMITÉ ACADÉMICO

CIENCIAS DE LA SALUD

Dra. Lourdes Garza Ocañas

CIENCIAS EXACTAS

Dra. Ma. Aracelia Alcorta García

CIENCIAS AGROPECUARIAS

Dra. María Julia Verde Star

CIENCIAS NATURALES

Dr. Rahim Foroughbakhch Pournavab

CIENCIAS SOCIALES

Dra. Veronika Sieglin Suetterlin

INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Dra. María Idalia del Consuelo Gómez de la Fuente

CIENCIAS DE LA TIERRA

Dr. Carlos Gilberto Aguilar Madera

COMITÉ DE DIVULGACIÓN

CIENCIAS DE LA SALUD

Dra. Gloria María González González

CIENCIAS NATURALES

Dr. Sergio Moreno Limón

CIENCIAS AGROPECUARIAS

Dr. Hugo Bernal Barragán

CIENCIAS EXACTAS

Dra. Nora Elizondo Villarreal

CIENCIAS SOCIALES

Dra. Blanca Mirthala Taméz

INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Dra. Yolanda Peña Méndez

CIENCIAS DE LA TIERRA

Dr. Héctor de León Gómez

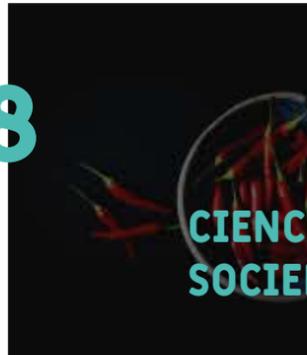
ÍNDICE



6

EDITORIAL

8



CIENCIA Y SOCIEDAD

Consumir chile te hace más feliz y mejora tu salud

Andrés Adrián Urias Salazar, Rafael Delgado Martínez, Wilberth Alfredo Poot Poot

14



OPINIÓN

Ictiozoonosis potenciales en Tamaulipas

Lorena Garrido Olvera, Luis García Prieto, David Osorio Sarabia

20



EJES

Aplicaciones de las técnicas moleculares en inocuidad alimentaria

Yessica Enciso Martínez, Albani Itzigueri Rivera Ortega

27



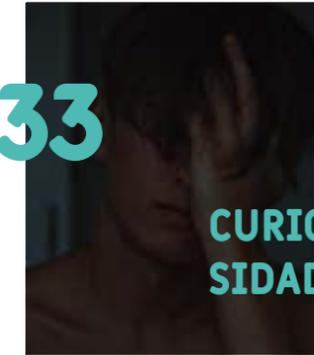
SECCIÓN ACADÉMICA

28

Percepción del color azul en escolares mediante un software desarrollado *ad hoc*

Myrna Miriam Valera Mota, Jorge Bernal Hernández, Mariana Guzmán Noriega, José Rufino Díaz Uribe

33



CURIOSIDAD

Dengue, una enfermedad con vacunas en investigación

Nelly Daniela González Velázquez

40



CONCIENCIA

Virus como arma contra las bacterias farmacorresistentes

María Fernanda Velarde Padilla, Juan Daniel Hernández Altamirano

48



CIENCIA DE FRONTERA

Docencia e investigación en la construcción del servicio de calidad en Otorrinolaringología en el Hospital Manuel Gea González. Entrevista al doctor José Refugio Arrieta Gómez

María Josefa Santos

58



SUSTENIBILIDAD ECOLÓGICA

El Día Mundial del Medio Ambiente: cuando la naturaleza se hizo escuchar

Pedro César Cantú Martínez

66



CIENCIA EN BREVE

76

COLABORADORES

En el presente número, el 104, correspondiente a los meses de noviembre-diciembre 2020, encontrarán artículos que –desde distintas disciplinas– están investigando cómo mejorar la salud humana.

Los primeros tres trabajos se enfocan en la alimentación: qué comer, cómo debemos congelar y cocinar, asimismo, los cuidados necesarios de los alimentos; desde el cultivo hasta nuestra mesa. Como inicio, en Ciencia y sociedad, Andrés Adrián Urías Salazar, Rafael Delgado Martínez y Wilberth Alfredo Poot nos presentan los beneficios de la ingesta de chile con el manuscrito “Consumir chile te hace más feliz y mejora tu salud”. En Opinión, Lorena Garrido Olvera, Luis García Prieto y David Osorio Sarabia nos muestran los parásitos que se encuentran en la carne de pescado y cómo podemos evitar enfermarnos en “Ictiozoonosis potenciales en Tamaulipas”. En Ejes, Yessica Enciso Martínez y Albani Itzigueri Rivera Ortega nos explican las “Aplicaciones de las técnicas moleculares en inocuidad alimentaria”.

Por su parte, en la sección Académica, Myrna Miriam Valera Mota, Jorge Bernal Hernández, Mariana Guzmán Noriega y José Rufino Díaz Uribe, hacen un experimento muy interesante y nos exponen los resultados en el artículo “Percepción del color azul en escolares mediante un software desarrollado *ad hoc*”.

Nelly Daniela González Velázquez nos muestra las vacunas en desarrollo para contrarrestar los efectos del dengue, en la sección Curiosidad. María Fernanda Velarde Padilla y Juan Daniel Hernández Altamirano, en Conciencia, nos explican el innovador uso de virus para tratar problemas bacterianos.

Para la sección Ciencia de frontera, María Josefa Santos nos presenta al doctor José Refugio Arrieta Gómez, quien nos platica de sus experiencias desde los distintos ámbitos de su carrera en “Docencia e investigación en la construcción del servicio de calidad en Otorrinolaringología en el Hospital Manuel Gea González”.

Esperamos que este número colabore a la creación de herramientas y conocimientos para cuidarnos adecuadamente. Compartimos la preocupación creciente de preservar la salud, más en estos tiempos de incertidumbre, deseamos desde este espacio compartir información científica que contribuya a este propósito esencial. Les recordamos que, ante cualquier malestar físico o psicológico, debemos consultar a las y los profesionales de la salud.

EDITORIAL

104

Melissa del Carmen Martínez Torres*

Un ser humano sabio debería darse cuenta de que la salud es su posesión más valiosa.
Hipócrates



* Grupo editorial *Ciencia UANL*.

Ciencia UANL abre convocatoria para el número 106, marzo-abril 2021

MUJERES EN LA CIENCIA

En el marco del Día Internacional de la Mujer, convocamos a las investigadoras a compartir su trabajo en cualquiera de las áreas temáticas de nuestra publicación: Ciencias de la salud, Ciencias exactas, Ciencias agropecuarias, Ciencias naturales, Ciencias sociales, Ingeniería y tecnología y Ciencias de la tierra.

Recepción de trabajos:
15 de octubre al 10 de diciembre de 2020.

Enviar los trabajos a:
revista.ciencia@uanl.mx

Se recibirán: artículos divulgativos y académicos, reseñas y obra artística (fotografía, dibujo, cuento y poesía).

Las colaboraciones deben respetar los lineamientos de publicación http://cienciauanl.uanl.mx/?page_id=524

El dictamen se sujeta al procedimiento conocido como “Par de ciegos”.

Publicación indexada al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, LATINDEX, CUIDEN, PERIÓDICA, Actualidad Iberoamericana, Biblat.



Consumir chile te hace más feliz y mejora tu salud

ANDRÉS ADRIÁN URÍAS SALAZAR*, RAFAEL DELGADO MARTÍNEZ*, WILBERTH ALFREDO POOT POOT*

En México, el consumo de chile (*Capsicum spp.*) se inició desde los tiempos prehispánicos y desde entonces forma parte de la dieta diaria de los mexicanos. Tan es así que se dice que el consumo por persona (*per capita*) varía entre ocho y nueve kilogramos, y en gran medida se hace en fresco (González, 2010). Además de formar parte de los platillos mexicanos, se menciona que aproximadamente 700 mil toneladas, de 1.9 millones de toneladas anuales, son destinadas al comercio exterior (SIAP, 2018).

El género *Capsicum* pertenece a la familia de las solanáceas, y es originario del continente americano, comprende alrededor de 33 especies y diez variedades (Pathirana, 2013). México es uno de los principales centros



de origen y domesticación del género *Capsicum*, como lo demuestran los vestigios arqueológicos de semillas localizados en el valle de Tehuacán, con una antigüedad de 8,500 años (Pathirana, 2013). Entre las especies más cultivadas a nivel mundial se encuentran *C. chinense* Jacq., *C. frutescens* L., *C. annuum* L., *C. pubescens* Ruiz & Pav y *C. baccatum* L., de las cuales, las cuatro primeras están presentes en México, siendo *C. annuum* la especie más cultivada tanto a cielo abierto como en agricultura protegida (Alonso *et al.*, 2008).

Además de formar parte de los platillos, el chile tiene muchas propiedades medicinales, como la estimulación de la digestión y como analgésico natural para aliviar el dolor (Baenas *et al.*, 2019).

* Universidad Autónoma de Tamaulipas.
Contacto: wpoot@uat.edu.mx

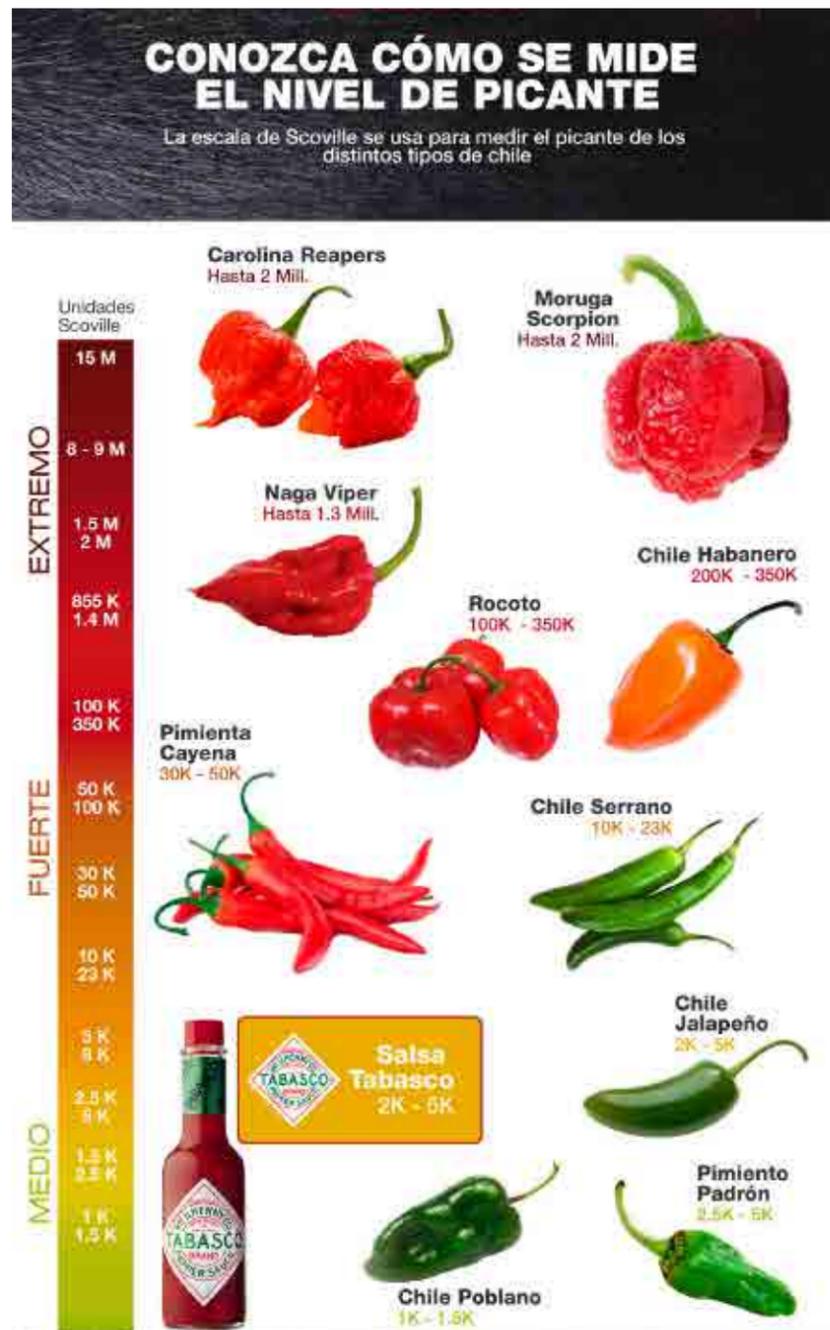


Figura 1. Escala Scoville de picor de diferentes chiles.

VALOR NUTRICIONAL Y PICOR

La composición química de los frutos de los chiles depende de la especie, de la variedad y de las condiciones ambientales en donde se cultiven. Entre los compuestos químicos detectados se incluyen aceites volátiles, aceites grasos, vitaminas, proteínas, fibras, minerales, carotenoides y capsaicinoides (Pathirana, 2013). Dentro de éstos, los de mayor importancia son los carotenoides y capsaicinoides. Los primeros están relacionados con el color y las propiedades antioxidantes, mientras que los capsaicinoides proporcionan la característica de pungencia (picor). El nivel de picor varía de una especie a otra (figura 1) y se reporta en escala Scoville, en honor al farmacéutico Wilbur Scoville, quien estableció el método en 1912. Sin embargo, ha sido reemplazada por métodos cromatográficos que se consideran más confiables y precisos.

LA LENGUA Y LOS CAPSAICINOIDES

Alguna vez te preguntaste ¿por qué los chiles irritan tu lengua, boca y garganta? La capsaicina es una molécula irritante que desencadena una sensación de calor y obliga al cuerpo a tomar líquidos en un esfuerzo por eliminar el picor. Resulta que la lengua, la boca y la garganta poseen proteínas receptoras que interaccionan con la capsaicina. Y cuando esto ocurre, se acumulan iones de calcio en las neuronas sensoriales que a su vez provocan la liberación de neurotransmisores que envían un mensaje al cerebro,

el cual interpreta como dolor, ardor o calor. Sin embargo, si el nivel de tolerancia al picor de los chiles es bajo, no solamente los receptores del dolor engañarán al cerebro para que piense que se está quemando, sino que el cuerpo puede presentar una respuesta inflamatoria (Rohrig, 2014).



EL CHILE Y LOS BENEFICIOS A LA SALUD

El uso del chile en la medicina tradicional inició desde las antiguas civilizaciones mayas y aztecas, quienes las utilizaban para tratar diversas afectaciones relacionadas con el asma, la tos, llagas y dolores de muelas. Actualmente, los avances sobre el potencial de los dos componentes principales, capsaicina y dihidrocapsaicina, que representan 80 y 90% en los frutos, respectivamente, han ido en aumento.

Las cremas, parches e inyecciones son los productos disponibles en el mercado (Remadevi y Szallisi, 2008). Los efectos farmacológicos de los capsaicinoides dependen de la concentración, la vía de administración y del órgano diana (Wong y Gavva, 2009).

Los avances sobre el uso de los capsaicinoides en la salud son insuficientes, por lo que es necesario continuar con estudios que permitan establecer con claridad los mecanismos de acción y el metabolismo inmediatamente después de introducirse en el cuerpo (administración oral, tópica o cutánea) (Luo y Peng, 2011). En este sentido, el metabolismo de la capsaicina en hígado es de 20 minutos y dio lugar a la formación de cinco metabolitos, siendo los más abundantes 16 hidroxycapsaicina, 17-hidroxycapsaicina y 16,17-dihidroxycapsaicina. En pulmón se detectaron los mismos metabolitos que en el hígado, pero el metabolismo fue 20 a 40 veces más lento, posiblemente por la baja cantidad de enzimas en los tejidos respiratorios. La piel, a diferencia de los otros órganos, metaboliza la capsaicina mucho más lento (20 horas), dependiendo de la concentración; los metabolitos de mayor predominancia son la vanililamina y el ácido vanílico. Otros sitios de absorción y metabolismo de los capsaicinoides son el estómago y el intestino, en donde la mayor absorción ocurre en el yeyuno (80%), íleon (70%) y estómago (50%), para su posterior metabolismo (Chanda et al., 2008).

CAPSAICINOIDES Y LA SENSACIÓN DE CALOR

Los capsaicinoides (capsaicina, dihidrocapsaicina nordihidrocapsaicina, homodihidrocapsaicina, homocapsaicina) son un grupo de moléculas que le dan el sabor picante a los chiles y la sensación de calor al consumirlos (figura 3) (Reyes-Escogido, González-Mondragón y Vázquez-Tzompantzi, 2011). Sus propiedades benéficas se registraron por primera vez en el año 4000 A.C y su principal uso fue para el tratamiento del dolor. Hoy se sabe que los efectos benéficos de los capsaicinoides dependen de la dosis y del tiempo de exposición. A continuación se describen algunos de estos efectos:

- La capsaicina como analgésico: la actividad analgésica se describió en documentos antiguos y en la actualidad hay un interés en el desarrollo de nuevos productos, además de los que se encuen-

tran disponibles en el mercado. La administración en dosis bajas de la capsaicina por vía oral o local reduce la inflamación y el dolor de la artritis reumatoide y la fibromialgia (figura 2) (Remadevi y Szallis, 2008). En dosis altas se usa como opción en el tratamiento del dolor neuropático, dolor postoperatorio y cefaleas. De manera general se puede decir que el mecanismo de acción para reducir el dolor se basa en la interacción química con los receptores de las neuronas sensoriales. En éstas ocurre una despolarización de la membrana debida al movimiento de iones a través de la membrana celular. De tal forma que la capsaicina ocasiona el calor excesivo (sensación abrasiva) y conduce a la reducción de la sensación de dolor y de la inflamación sin dañar las neuronas como se indican en los estudios (Remadevi y Szallis, 2008).

- Efectos anticancerígenos: los estudios indican que la capsaicina en dosis bajas impide el desarrollo, crecimiento o proliferación de las células tumorales y también funciona como agente quimiopreventivo en varios tipos de cáncer (de mama, próstata, colon y estómago) (Lau y Brown, 2012).
- Efecto cardioprotector: de acuerdo a las investigaciones, esta actividad protectora puede deberse al

bloqueo de la agregación plaquetaria y a la actividad de los factores de coagulación VIII y IX. Y a la acción inhibitoria de la oxidación de las LDL (lipoproteínas de baja densidad) y a la reducción del colesterol sérico total (Geppetti y Trevisani, 2004).

- La capsaicina activa mecanismos cerebrales: los estudios médicos sugieren que la capsaicina se conoce como un gusto, debido a que activa la parte ventral de la ínsula del cerebro, lo que es conocido como área gustativa. La sensación de ardor que provoca la capsaicina en la boca hace que el cuerpo produzca endorfinas en la boca que el cuerpo sintetiza de forma natural para aliviar el dolor al bloquear la capacidad del nervio para mandar señales de dolor. Además, también se libera otra molécula llamada dopamina (neurotransmisor), que es la responsable de la sensación de recompensa y placer. En esencia, el consumo de capsaicina (fruto fresco, salsas o concentrados), además de inducir respuestas fisiológicas, como la transpiración de la cara, la salivación y la reducción de problemas cardiovasculares, también puede mantener una sensación de felicidad que se cree que se produce a través de las endorfinas y la dopamina (Kawakami *et al.*, 2016).

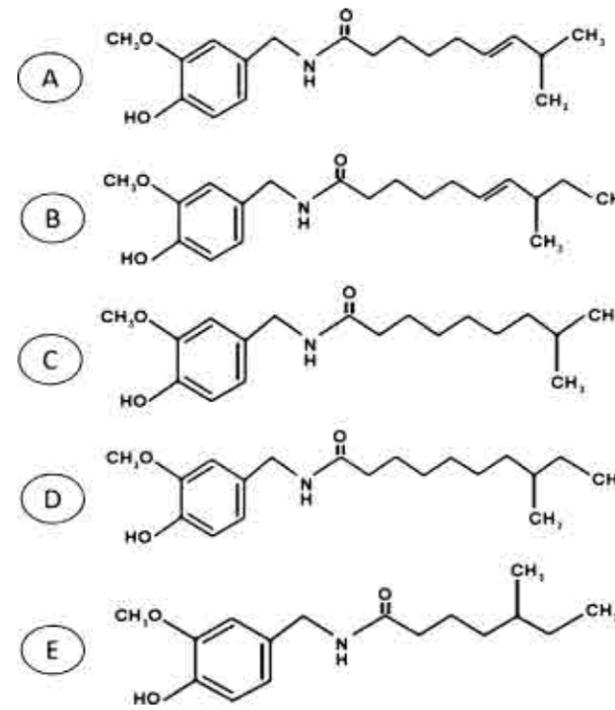


Figura 2. Estructura de los capsaicinoides: A) capsaicina, B) homocapsaicina, C) dihidrocapsaicina, D) homodihidrocapsaicina y E) nordihidrocapsaicina.

A pesar de los beneficios de los capsaicinoides, existen estudios que indican efectos adversos. La exposición a altas dosis de capsaicina (por encima de 100 mg de capsaicina por kg de peso corporal) durante un tiempo prolongado, provoca úlceras pépticas, acelera el desarrollo de cáncer de próstata, estómago, duodeno e hígado y acelera la metástasis del cáncer de mama (Bley *et al.*, 2012).

CONCLUSIÓN

El alcance de este trabajo de revisión es resaltar los beneficios y usos potenciales del chile o de los capsaicinoides, principalmente la capsaicina en la prevención de diversos padecimientos que afectan a la salud de las personas. Sin minimizar algunos riesgos que se pueden presentar por el consumo en grandes cantidades.

REFERENCIAS

Alonso, R.A., Moya, C., Cabrera, A., *et al.* (2008). Evaluación *in situ* de la variabilidad genética de los chiles silvestres (*Capsicum* spp.) en la región Frailesca del Estado de Chiapas Mé-

xico. *Cultivos Tropicales*. 29:49-55.

Baenas, N., Belovic, M., Ilic, N., *et al.* (2019). Industrial use of pepper (*Capsicum annum* L.) derived products: Technological benefits and biological advantages. *Food Chemistry*. 274:872-885.

Bley, K., Boorman, G., Mohammad, B.D., *et al.* (2012). A comprehensive review of the carcinogenic and anticarcinogenic potential of Capsaicin. *Toxicologic Pathology*. 40:847-873.

Chanda, S., Bashir, M., Babbar, S., *et al.* (2008). In vitro hepatic and skin metabolism of capsaicin. *Drug Metabolism Disposition*. 36(4):670-675.

Geppetti, P., y Trevisani, M. (2004). Activation and sensitization of the vanilloid receptor: role in gastrointestinal inflammation and function. *British Journal of Pharmacology*. 141(8):1313-1320.

González, J.A. (2010). *El cultivo del chile Capsicum annum* L. Boletín 9 Junio 2010. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Guanajuato, México.

Kawakami, S., Sato, H., Sasaki, A.T., *et al.* (2016). The brain mechanisms underlying the perception of pungent taste of capsaicin and the subsequent autonomic responses. *Frontier in Human Neuroscience*. 9:1-16.

Lau, J.K., Brown, K.C., Dom, A.M., *et al.* (2012). *Capsaicin: Potential applications in cancer therapy*. Bentham Press Inc., London, United Kingdom.

Luo, X.J., Peng, J., Li, Y.J. (2011). Recent advances in the study on capsaicinoids and capsinoids. *European Journal of Pharmacology*. 650:1-7.

Pathirana, R. (2013). Peppers: Vegetable and spice Capsicums, 2nd edition, by Paul W. Bosland and Eric J. Votava. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*. 41 (2):102-103.

Remadevi, R., y Szallisi, A. (2008). Adlea (ALGRX-4975), an injectable capsaicin (TRPV1 receptor agonist) formulation for longlasting pain relief. *IDrugs*. 11:120-132.

Reyes-Escogido, M., González-Mondragón, E.G., y Vázquez-Tzompantzi, E. (2011). Chemical and pharmacological aspects of capsaicin. *Molecules*. 16(2):1253-1270.

Rohrig, B. (2014). Chilli picante: Muy picante. *ChemMatters*. 1-4.

SIAP. (2018). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. *Boletín semanal del SIAP de la SAGARPA*. 2 (Disponible en línea <http://www.oeidrus-puebla.gob.mx/RID.pdf>).

Wong, G.Y., y Gavva, N.R. (2009). Therapeutic potential of vanilloid receptor TRPV1 agonists and antagonists as analgesics: recent advances and setbacks. *Brain Research Reviews*. 60(1):267-277.

Ictiozoonosis potenciales de Tamaulipas

LORENA GARRIDO OLVERA*, LUIS GARCÍA PRIETO**, DAVID OSORIO SARABIA**

ICTIOZOOONOSIS

Las enfermedades infecciosas transmitidas al ser humano por animales son conocidas como zoonosis. En particular, cuando es por consumo de carne de pescado cruda, son conocidas como ictiozoonosis (Beaver *et al.*, 1984). Actualmente se conocen cerca de 100 parasitosis del hombre que son transmitidas por los peces, en su mayoría causadas por tremátodos, céstodos y nemátodos, lo que representa un problema de salud pública, sobre todo en países orientales (Coombs y Crompton, 1991; Ashford y Crewe, 2003).

PARÁSITOS ICTIOZOOONÓTICOS EN MÉXICO

En la república mexicana se han registrado 13 taxones de parásitos (cuatro tremátodos, dos céstodos, un acantocéfalo, cinco nemátodos y un pentastómido), que potencialmente pueden ser transmitidos al hombre por el consumo de peces dulceacuícolas, salobres o marinos (Rojas-Sánchez *et al.*, 2014; Hernández-Gómez *et al.*, 2018). Las únicas ictiozoonosis con casos documentados en la población mexicana son causadas por larvas de los nemátodos *Anisakis* sp. y *Gnathostoma binucleatum*. La anisakiasis sólo ha sido registrada una vez en Baja California (Carrada-Bravo, 1992), mientras que la gnatostomiasis ha sido detectada

* Universidad Autónoma de Tamaulipas.

** Universidad Nacional Autónoma de México.

Contacto: lolvera@docentes.uat.edu.mx

en estados de las vertientes del Pacífico (Baja California, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Guerrero y Oaxaca) y del Golfo de México (Tamaulipas, Veracruz y Tabasco), así como de la región central (Aguascalientes), con los casos de los estados fronterizos sin corroborar (Lamothe-Argumedo, 2003).

En México se conocen más de 9,000 casos de gnatostomiasis cutánea y 11 de gnatostomiasis ocular (Lamothe-Argumedo, 2003), con *G. binucleatum* como la única especie confirmada como agente etiológico de las infecciones humanas (León-Règagnon *et al.*, 2002). Una de las principales causas que ha determinado el surgimiento de estas ictiozoonosis y que expone a la población humana a la aparición de otras, es el cambio en sus hábitos alimenticios, especialmente con la difusión y comercialización de alimentos que se preparan con pescado crudo como el ceviche y la comida japonesa.

¿QUÉ SE CONOCE PARA EL ESTADO?

El estado de Tamaulipas destaca por su actividad pesquera y acuícola; ocupa un lugar importante en el ámbito nacional por el volumen y valor de la producción de lisa, carpa, mojarra, entre muchas otras especies, como las de mayor importancia por su contribución (Instituto Nacional de Pesca, 2013; 2017; Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, 2017). De estas especies, sólo unas cuantas han sido registradas como hospederos de parásitos con potencial zoonótico: metacercarias del tremátodo *Centrocestus formosanus* fueron encontra-



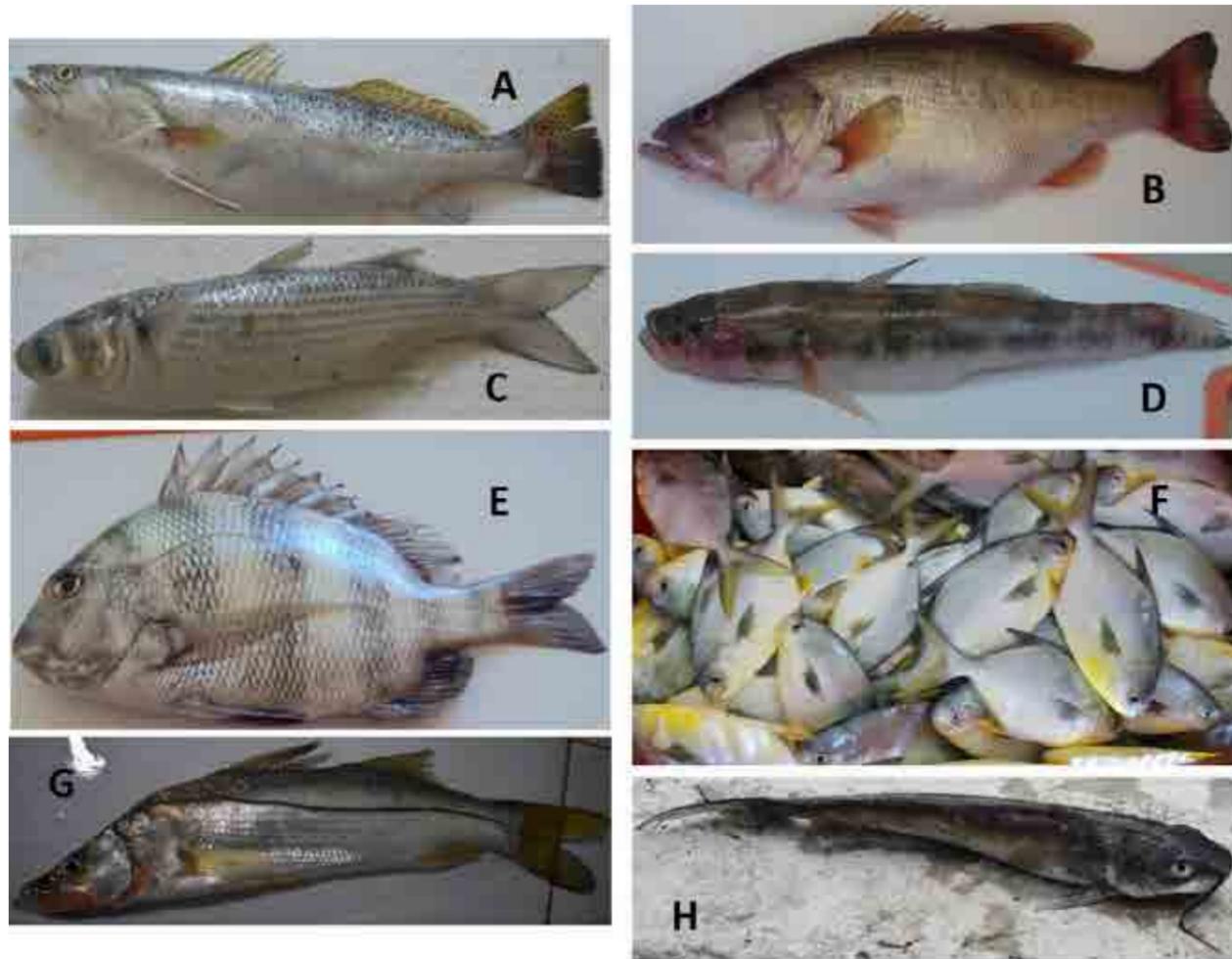


Figura 1. Ejemplares de algunas especies de peces registradas como hospederos de parásitos con potencial zoonótico en Tamaulipas: A) Trucha pinta, B) Lobina, C) Lisa, D) Guavina, E) Sargo, F) Pámpano amarillo, G) Robalo, H) Bagre azul (imágenes: Lorena Garrido-Olvera).

das en bagres de canal en Abasolo y larvas de nemátodos del género *Contraecum* sp. en varias especies de peces cultivadas y capturadas. Adicionalmente, existen otros registros en especies de peces que se capturan y comercializan entre los habitantes locales, pero que no contribuyen a la producción acuícola o pesquera de

la entidad, como las larvas de nemátodos de *Gnathostoma binucleatum* recolectados en guavinas de Tampico, así como metacercarias de *Clinostomum* sp. en lobinas de la Presa Vicente Guerrero y larvas de *Contraecum* sp. en varias especies de ambientes dulceacuícolas y salobres (figura 1, tabla I).

CONCLUSIONES

La mayoría de los registros de parásitos de peces con potencial zoonótico en Tamaulipas se han realizado en hospederos que no contribuyen a la producción pesquera y acuícola. Sin embargo, se trata de especies consumidas por los habitantes locales, en muchas ocasiones en platillos preparados con pescado fresco y crudo, cuya ingesta podría exponer a la población a una ictiozoonosis.

Adicionalmente, su hallazgo en estas especies de peces es importante pues es un claro indicador de la presencia del parásito en un determinado sitio; aunado a esto, la baja especificidad hospedatoria exhibida por muchas de las larvas de estos grupos de parásitos determina que su transmisión a otros peces de consumo

humano sea potencialmente factible. Por ejemplo, Rojas-Sánchez *et al.* (2014) establecieron en 27 el número de especies de peces infectadas por *Gnathostoma binucleatum* a lo largo del territorio nacional, incluyendo especies con y sin importancia comercial pertenecientes a cuando menos tres familias.

Finalmente, considerando los casos no corroborados de gnatostomiasis en la entidad (Lamothe-Argumedo, 2003) y los hábitos alimenticios que exponen a la población tamaulipeca a la aparición de ésta y otras ictiozoonosis, se recomienda cocinar adecuadamente la carne de pescado o bien congelarla por un tiempo mínimo de 24 horas a una temperatura menor a -10°C para matar cualquier parásito.

Tabla I. Parásitos con potencial zoonótico registrados en especies de peces de Tamaulipas.

Parásito	Nombre del hospedero		Localidad	Referencia
	Común	Científico		
Producción pesquera				
Contracaecum sp.	Sargo	<i>Archosargus probatocephalus</i>	Laguna Madre (Punta Piedra)	Iruegas-Buentello, 1999.
	Jurel blanco	<i>Caranx latus</i>		
	Trucha pinta	<i>Cynoscion nebulosus</i>		
	Trucha blanca	<i>Cynoscion arenarius</i>	Tampico (Escolleras), Río Soto La Marina	CNHE, Garrido-Olvera <i>et al.</i> , 2006.
	Robalo blanco	<i>Centropomus undecimalis</i>		
Lisa	<i>Mugil cephalus</i>	Tampico	Salgado-Maldonado y Barquín, 1978.	
Producción acuícola				
<i>Centrocestus formosanus</i>			Abasolo	CNHE
<i>Contracaecum</i> sp.	Bagre de canal	<i>Ictalurus punctatus</i>	Presa Falcón, Presa Oyul, Presa Vicente Guerrero	Pérez-Ponce de León y Choudhury, 2002; Rosas-Valdez y Pérez-Ponce de León, 2008.
Otras especies de consumo humano				
<i>Clinostomum</i> sp.	Lobina	<i>Micropterus salmoides</i>	Presa Vicente Guerrero	Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> , 1996.
<i>Contracaecum</i> sp.	Besugo	<i>Aplodinotus grunniens</i>	San Pedro	CNHE
	Bagre	<i>Ameiurus</i> sp.	Presa Falcón	Garrido-Olvera <i>et al.</i> , 2006.
	Guavina	<i>Gobiomorus</i> sp.	Río Soto La Marina	
	Sardina plateada	<i>Astyanax</i> sp.	Presa Marte R. Gómez	
	Lobina	<i>Micropterus salmoides</i>		
	Gurrubata, tambor	<i>Micropogonias undulatus</i>	Laguna Madre (Punta Piedra)	Iruegas-Buentello, 1999.
	Pámpano	<i>Peprilus burti</i>		
	Tambor negro	<i>Pogonias cromis</i>		
	Corvina ocelada	<i>Sciaenops ocellatus</i>		
	Pámpano amarillo	<i>Trachinotus carolinus</i>		
	Bagre azul	<i>Ictalurus furcatus</i>	Presa Falcón	Pérez-Ponce de León y Choudhury, 2002.
	Bagre pintontle	<i>Pylodictis olivaris</i>	Presa Vicente Guerrero	Rosas-Valdez y Pérez-Ponce de León, 2008.
	Lenguado	<i>Paralichthys lethostigma</i>	Laguna Madre (Punta Alambre)	Zambrano-Coronado, 2001.
<i>Gnathostoma binucleatum</i>	Guavina	<i>Gobiomorus dormitor</i>	Tampico	Almeyda-Artigas <i>et al.</i> , 2000.

REFERENCIAS

Almeyda-Artigas, R.J., Bagues, M.D., y Mas-Coma, S. (2000). ITS-2 rDNA sequencing of *Gnathostoma* species (Nematoda) and elucidation of the species causing human Gnathostomiasis in the Americas. *Journal of Parasitology*. 83(3):537-544.

Ashford, R.W., y W. Crewe. (2003). *The parasites of Homo sapiens. An annotated checklist of the protozoa, helminths and arthropods for which we are home*. London: Taylor and Francis.

Beaver, P.C., Jung, R.C., y Cupp, E.W. (1984). *Clinical parasitology*. Philadelphia: Lea y Febiger.

Carrada-Bravo, T. (1992). Las parasitosis del hombre en la república mexicana: avances recientes y perspectivas. *Infectología*. 8:497-517.

Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. (2017). *Anuario estadístico de acuicultura y pesca*. Disponible en: <https://www.gob.mx/conapesca/documentos/anuario-estadistico-de-acuicultura-y-pesca>

Coombs, I., y Crompton, D.W.T. (1991). *A guide to human helminths*. London: Taylor and Francis.

Garrido-Olvera, L., García-Prieto, L., y G. Pérez-Ponce de León. (2006). Checklist of the adult nematode parasites of fishes in freshwater localities from México. *Zootax*. 1201:1-45.

Hernández-Gómez, R.E., López-Jiménez, S., Perera-García, M.A., *et al.* (2018). Registro de larvas de *Sebekia* sp. (Pentastomida: *Sebekidae*)

en peces de la cuenca media del río Usumacinta, Tabasco, México. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. 26(75):5-12.

Instituto Nacional de Pesca. (2013). *Carta Nacional Acuícola*. Disponible en: <https://www.gob.mx/inapesca/documentos/carta-nacional-acuicola-2013>

Instituto Nacional de Pesca. (2017). *Carta Nacional Pesquera*. Disponible en: <https://www.gob.mx/inapesca/documentos/carta-nacional-pesquera-2017>

Iruegas-Buentello, J.F. (1999). *Helminths parásitos de peces comerciales de la Laguna Madre, San Fernando, Tamaulipas, México*. Tesis de doctorado. Monterrey, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.

Lamothe-Argumedo, R. (2003). La gnatostomiasis en México: un problema de salud pública. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica*. 74(1):99-103.

León-Régagnon, V., Osorio-Sarabia, D., García-Prieto, L., *et al.* (2002). Study of the ethiological agent of gnathostomiasis in Nayarit, Mexico. *Parasitology International*. 51:201-204.

Pérez-Ponce de León, G., y Choudhury, A. (2002). Adult endohelminth parasites of ictalurid fishes (*Osteichthyes: Ictaluridae*) in México: Empirical evidence for Biogeographical

patterns. *Comparative Parasitology*. 69(1):10-19.

Pérez-Ponce de León, G., García-Prieto, L., Osorio-Sarabia, D., *et al.* (1996). *Listados Faunísticos de México VI. Helmintos parásitos de peces de aguas continentales de México*. México: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.

Rojas-Sánchez, A., Lamothe-Argumedo, M.R., y García-Prieto, L. (2014). Parasitosis transmitidas por el consumo de peces en México. *Ciencia*. 65:83-87.

Rosas-Valdez, R., y Pérez-Ponce de León G. (2008). Composición taxonómica de los helmintos parásitos de ictalúridos y heptaptéridos (*Osteichthyes: Siluriformes*) de México, con una hipótesis de homología biogeográfica primaria. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 79(2):473-499.

Salgado-Maldonado, G., y Barquín, N. (1978). *Floridosentis elongatus* Ward, 1953, y *Contracaecum* sp., parásitos de *Mugil cephalus* Linnaeus, 1758. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica*. 49(1):71-82.

Zambrano-Coronado, A. (2001). *Metazoarios parásitos del lenguaje sureño Paralichthys lethostigma Jordan y Gilbert, 1884 (Pisces: Paralichthyidae) de la Laguna Madre, San Fernando, Tamaulipas, México*. Tesis de maestría. Monterrey, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.

Aplicaciones de las técnicas moleculares en inocuidad alimentaria

YESSICA ENCISO MARTÍNEZ*, ALBANI ITZIGUERI RIVERA ORTEGA*

La inocuidad de los alimentos es la ausencia, o niveles seguros y aceptables, de peligro en los alimentos que pueden dañar la salud de los consumidores. Los peligros transmitidos por los alimentos pueden ser de naturaleza microbiológica, química o física. Y es fundamental mantener la inocuidad en cada etapa de la cadena alimentaria, desde la producción agrícola hasta el consumo (CDC, 2018). Según la Organización Mundial de la Salud, las enfermedades transmitidas por los alimentos constituyen una importante causa de morbilidad, mortalidad y un significativo impedimento al desarrollo socioeconómico en todo el mundo (OMS, 2017).

Los métodos microbiológicos utilizados comúnmente en la detección de estos patógenos tienen varias limitaciones, por ejemplo, requieren mucho tiempo, son laboriosos, carecen de especificidad y existe la falta de discriminación entre cepas patógenas y no patógenas (Gui y Patel, 2011). La detección y enumeración de microorganismos en los alimentos son una parte esencial de cualquier control de calidad o plan de seguridad alimentaria (López-Campos *et al.*, 2012). Esta situación ha conducido al desarrollo de nuevas tecnologías para obtener resultados más precisos y rápidos, como el uso de métodos moleculares para caracterización microbiológica.

Las técnicas moleculares sirven para comparar el orden de los ácidos nucleicos de dos o más microorganismos, es decir, las características o polimorfismos genéticos. Esta composición permitirá reconocer las características específicas de cada microorganismo, cómo se relacionan y diferencian de otros. La hibridación de una sonda específica, el análisis de ADN_r y la reacción de cadena de polimerasa fueron las primeras técnicas moleculares utilizadas, y a través del tiempo han sido perfeccionadas para ser más eficientes y accesibles (Angarita *et al.*, 2017). Por lo cual, ha ido en aumento su uso para la caracterización de microorganismos patógenos que representan un problema a nivel mundial.



* Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.
Contacto: yessica.enciso.mcl8@estudiantes.ciad.mx

ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR ALIMENTOS: UN PROBLEMA A NIVEL MUNDIAL

Las enfermedades transmitidas por alimentos son un problema global, son la causa de enfermedades y morbilidad, lo cual genera perjuicios a los consumidores, un gasto económico para las familias y gobiernos y un impacto en la comercialización globalizada de productos. Esto ha generado un costo de 95,200 millones de dólares en pérdidas totales de productividad al año y 15,000 millones de dólares anuales en tratamiento de dichas enfermedades (Banco Mundial, 2018). En 2015, los alimentos contaminados ocasionaron 600 millones de casos a nivel mundial y 420,000 muertes (OMS, 2019). En México, en 2017, se presentaron 8,285 casos de intoxicación alimentaria bacteriana (Secretaría de Salud, 2017).

Se han identificado más de 250 enfermedades transmitidas por alimentos, la mayoría de ellas son infecciones producidas por una variedad de bacterias, virus o parásitos que penetran en el organismo a través del agua o los alimentos y pueden ser de carácter infeccioso o tóxico. Entre los principales agentes causales de este tipo de enfermedades se encuentran *Campylobacter* spp., *E. coli* y

Salmonella entérica no tifoidea (OMS, 2015). En México, las principales enfermedades transmitidas por alimentos son la salmonelosis, la fiebre tifoidea y las intoxicaciones alimentarias por bacterias (Secretaría de Salud, 2017).

Las enfermedades transmitidas por alimentos son un problema de salud pública en todo el mundo. La incidencia ha ido en aumento debido a la globalización, los cambios de hábitos alimenticios, surgimiento de nuevas formas de transmisión, el aumento de la resistencia de los patógenos a los antimicrobianos y la heterogeneidad dentro de una misma especie (Sousa y Pereira, 2013). Las poblaciones más vulnerables son niños, mujeres embarazadas, ancianos y personas de escasos recursos, además se generan pérdidas económicas y grandes costos a los servicios de salud (Forero *et al.*, 2017). Por esto es importante la identificación de cepas causantes de brotes infecciosos, detectar la transmisión cruzada de patógenos, determinar la fuente de infección y reconocer cepas particularmente virulentas de cada especie (Rodríguez *et al.*, 2009).



DESVENTAJAS DE LAS TÉCNICAS CONVENCIONALES PARA LA DETECCIÓN DE PATÓGENOS

Los métodos de diagnóstico convencionales se basan en la capacidad de crecimiento de los microorganismos en condiciones artificiales. En general, las muestras implican el cultivo en medios de preenriquecimiento y enriquecimiento, o placas de agar selectivas, para detectar o aislar especies microbianas específicas, y se complementan con pruebas bioquímicas, morfológicas o serológicas para su confirmación (Dinesh y Ambarish, 2009; Mandal *et al.*, 2011). Estos métodos son muy sensibles, fácilmente adaptables, económicos y se puede obtener información cualitativa y cuantitativa sobre las poblaciones microbianas presentes en la muestra (Sousa y Pereira, 2013). Sin embargo, las muestras provienen de cultivos mixtos de microorganismos que pueden incluir varias especies patógenas, pero también flora normal. En la mayoría de los casos se deben realizar procedimientos de aislamiento para obtener cultivos puros y los resultados se obtienen en 1-3 días y hasta 7-10 días para la confirmación (Dinesh y Ambarish, 2009; Mandal *et al.*, 2011). Por lo tanto, se requiere mucha mano de obra y mucho tiempo para la identificación de microorganismos.

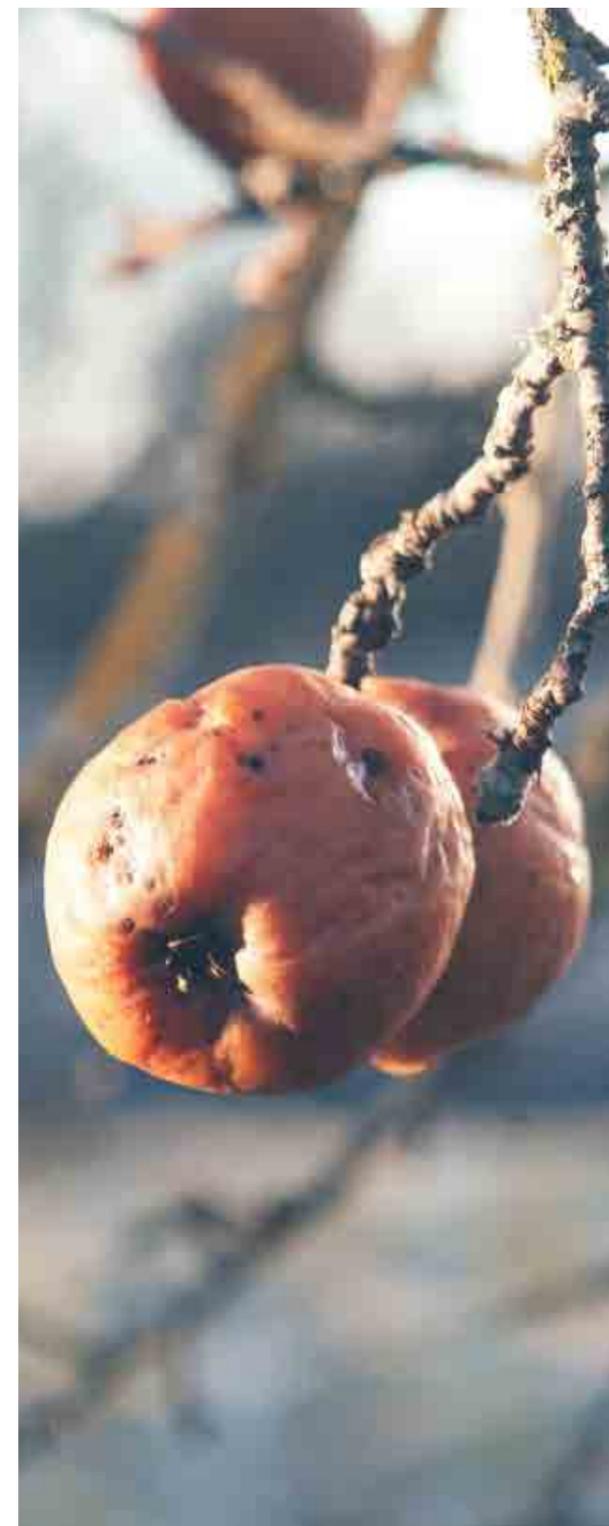
El análisis microbiológico de los alimentos sigue siendo una tarea difícil para prácticamente todos los ensayos y tecnologías, especialmente para las especies patógenas particulares. Los problemas pueden deberse a la complejidad de las matrices y composición de los alimentos, la distribución heterogénea de bajos niveles de patógenos, el estrés sufrido por los microorganismos durante el procesamiento de los alimentos, la presencia de bacterias de la microbiota normal, especialmente en alimentos crudos, y las poblaciones microbianas pueden abarcar células senescentes o latentes que son viables pero no cultivables, debido al procesamiento al que se sujeta el alimento, lo que imposibilita el uso de los métodos de cultivo como herramienta de diagnóstico (López *et al.*, 2012; Palomino y González, 2014). Por lo que el uso de métodos moleculares puede ayudar a contrarrestar estos inconvenientes, esto representa alternativas rápidas y sensibles para la detección de microorganismos.



MÉTODOS MOLECULARES UTILIZADOS EN LA IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS TRANSMITIDOS POR ALIMENTOS

En la actualidad, los métodos moleculares para la identificación de microorganismos patógenos en alimentos son muy importantes debido a que presentan gran especificidad, sensibilidad, rapidez y, además, pueden ser automatizadas. El uso de métodos moleculares ha permitido la identificación de nuevos microorganismos presentes en los alimentos, así como el estudio de poblaciones microbianas sin aislamiento previo y la detección de microorganismos altamente patógenos. Las técnicas moleculares son de gran utilidad para el reconocimiento de brotes originados por alimentos contaminados con patógenos, las cuales permiten la identificación de las probables fuentes de contaminación, hasta llegar a su reservorio y las vías de transmisión (Boric, 2008).

Los primeros métodos de identificación molecular fueron la hibridación con una sonda específica, el análisis de secuencias del ADNr 16S, la hibridación ADN-ADN y el análisis del polimorfismo de longitud de fragmentos de restricción. La identificación por medio de técnicas moleculares se basa en la composición constitutiva de los ácidos nucleicos. Cabe mencionar que hay otras técnicas que han demostrado buenos resultados en la detección e identificación de microorganismos patógenos en los alimentos, como la reacción en cadena de la polimerasa (PCR), biosensores, electroforesis en gel en campo pulsado (PFGE), microarreglos, la pirosecuenciación 454, entre otros (Palomino y González, 2014). Cada vez es más fácil la utilización de este tipo de técnicas, algunas además de ser utilizadas en el laboratorio también pueden usarse en sitios de observación, lo cual les da una gran ventaja frente a las técnicas convencionales para la identificación de los microorganismos patógenos en los alimentos.



APLICACIONES DE LAS TÉCNICAS MOLECULARES EN INOCUIDAD ALIMENTARIA

Reacción en cadena de la polimerasa (PCR)

En el diagnóstico molecular microbiológico es utilizada para el recuento de patógenos transmitidos por alimentos. La reacción en cadena de la polimerasa es una técnica en la cual, a partir de una copia de ADN a amplificar, se obtienen millones de copias, lo cual permite su detección; actuando varias proteínas necesarias para la síntesis de nuevas hebras de ADN. Es una técnica fácil y rápida de utilizar, se requieren de 2 a 3 horas para llevarla a cabo. Existen varios tipos de PCR que son utilizados en la identificación de microorganismos patógenos en alimentos entre los que se encuentran PCR-estándar, PCR-anidada, PCR-*in situ*, PCR-ensayo de inmunoabsorción ligado a enzimas (PCR-ELISA), PCR-transcripción reversa (PCR-RT), entre otras (Mas, 2016).

La PCR anidada comprende dos rondas de amplificación con diferentes pares de *primers* en cada una. Primero se realiza una reacción con los *primers* externos para amplificar una región de DNA más extensa, que contiene el segmento diana. Posteriormente, con este producto de amplificación, se ejecuta una segunda PCR con los internos para amplificar la región específica. La especificidad aumenta porque los *primers* sólo hibridarán en un sitio dentro de la molécula y el resultado será una única banda (Camacho, 2017). La PCR *in situ* consiste en una reacción de PCR en secciones de células, donde los productos pueden visualizarse en el sitio de amplificación y se realiza sobre preparaciones fijas en un portaobjetos. En la técnica se efectúa una primera amplificación de ADN blanco y una detección mediante hibridación *in situ* convencional con sondas de ADN/ARN (Martínez y Silva, 2004). La PCR-RT se utiliza para estudiar la expresión de ciertos genes de interés realizando la amplificación partiendo del ARN. PCR-ELISA implica la incorporación de nucleótidos marcados químicamente en el amplicón de PCR y posteriormente la detección del producto de PCR con el complejo de anticuerpo-enzima que reconoce el marcador químico presente en los nucleótidos incorporados (Hong *et al.*, 2003).

Existen pruebas comerciales de PCR para patógenos relacionados a alimentos (*Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *E. coli* O157:H7, *Campylobacter*; entre otros). Se han utilizado pruebas basadas en la PCR en tiempo real para la identificación de *E. coli* en alimentos como hamburguesas

y brochetas de carne, la técnica se llevó a cabo en un promedio de 24 horas. A su vez, también la PCR-RT se ha utilizado en carnes y productos cárnicos para la detección de *Salmonella* spp. Asimismo, se han utilizado pruebas de PCR para la identificación de *Listeria monocytogenes* en leche y productos lácteos (Gouws y Liedemann, 2005). Kasturi y Drgon (2017) analizaron 1741 muestras de diferentes empresas dedicadas al procesamiento de alimentos, en las cuales lograron detectar, con PCR-RT, 55% más positivos de *Salmonella* spp. que utilizando el ensayo de enzimo-inmunoanálisis (VIDAS-Vitek®). También se ha utilizado PCR-RT en conjunto con un pretratamiento para la detección de células viables, pero no cultivables de *E. coli* O157:H7 en agua embotellada y lograron excluir el efecto de las células muertas (Cao *et al.*, 2019). La técnica de PCR múltiple permite la detección simultánea de varios agentes patógenos en un alimento, por ejemplo, se utilizó este tipo de técnica en muestras de alimentos permitiendo la identificación de 11 especies bacterianas distintas y *Helicobacter pylori* (Kawasaki *et al.*, 2005). Esta técnica permite una identificación más rápida y específica de los patógenos asociados a los alimentos.

Biosensores

Los biosensores están recubiertos con una capa de reconocimiento bacteriano que puede ser un anticuerpo, ADN, enzima o combinaciones entre ellos. Los cuales se unen a los microorganismos de la muestra analizada, esto ocasiona modificaciones electroquímicas que pueden medirse como una señal. Su intensidad es directamente proporcional a los niveles de patógenos (Hakovirta *et al.*, 2008). Los biosensores han sido aplicados en la detección de patógenos presentes en alimentos debido a que pueden detectar varios tipos de bacterias patógenas. Se ha desarrollado un biosensor para la detección de patógenos en carne (*Campylobacter*, *E. coli* y *Salmonella*), el cual permite realizar pruebas de control rápidas y sensibles en la planta de procesamiento de dichos productos (Kawasaki *et al.*, 2005). Li *et al.* (2012) propusieron una estrategia rápida y sensible para la detección de *Salmonella* integrando la extracción simple de ADN y PCR con un sensor de ADN electroquímico basado en el gen *invA*, se logró detectar *S. Typhimurium* en un rango de 10 a 105 UFC/mL sin necesidad de pre-enriquecimiento. En 2018, Hashemi y Forouzandeh diseñaron un nuevo biosensor que puede detectar directamente el ADN de las bacterias, este método no requiere amplificación, tiene alta sensibilidad y es un sistema rápido en comparación con los métodos convencionales (4 h). Los biosensores pueden basarse en ADN, enzimas, anticuerpos y receptores, los cuales les permiten la detección de patógenos como *Bacillus cereus*, *Campylobacter*, *E. coli*, *Salmonella Typhimurium*, entre otros. Ha demostrado ser un método eficiente y rápido en la identificación de patógenos.

Microarreglos

Los microarreglos son un conjunto de sondas moleculares (oligonucleótidos sintéticos, clones de ADN o productos de PCR) fijadas sobre un soporte sólido (portaobjetos, Gene-chip o chips microelectrónicos). Se purifica el ácido nucleico, posteriormente se realiza su marcado (radioactivo o fluorescente), se procede a su hibridación y lavados, se realiza la medición de la señal utilizando un escáner (Doménech y Vila, 2014). Varios microarreglos se han desarrollado para los patógenos implicados en brotes transmitidos por alimentos. Se han utilizado microarreglos para la detección y caracterización de bacterias patógenas como *Yersinia*, *Campylobacter* y *Salmonella* en carne de cerdo (Palomino *et al.*, 2014). En otras investigaciones se han utilizado para identificar 23 patógenos presentes en alimentos, siendo una gran ventaja de este método que permite amplificar el ADN de diferentes microorganismos en una sólo muestra (Wang *et al.*, 2008). En un ensayo de microarreglos se distinguió a *Yersinia pestis* y *Bacillus anthracis* de otras especies bacterianas probadas experimentalmente y se identificaron correctamente las sondas de oligonucleótidos específicas de *Y. pestis* usando ADN extraído de muestras de leche inoculadas. Los resultados sugieren que puede ser una herramienta de diagnóstico potencialmente útil para detectar y confirmar la presencia de bacterias en los alimentos (Goji *et al.*, 2012).

Electroforesis en gel de campo pulsado

La electroforesis en gel de campo pulsado (PFGE) se ha utilizado para la caracterización de *Campylobacter jejuni*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella*, *Shigella*, *E. coli* O157:H7, *Vibrio cholerae*, entre otros patógenos transmitidos por alimentos. En la actualidad, la PFGE es considerada como el estándar de oro para la producción de huellas dactilares de ADN para un aislado bacteriano. Este método consiste en la separación de moléculas grandes de ADN alternando la dirección de la corriente eléctrica de una manera pulsada. Se han desarrollado protocolos de PFGE específicos para cierto tipo de bacterias, por ejemplo, en el *PulseNet* se pueden encontrar protocolos de bacterias patógenas transmitidas por alimentos (*Campylobacter jejuni*, *Vibrio cholerae*, *E. coli* O157, *Salmonella*, entre otras). *PulseNet* es una red nacional de Estados Unidos que conecta los casos de enfermedades transmitidas por alimentos para detectar brotes, utilizando PFGE como una herramienta para la detección de las bacterias patógenas (CDC, 2019). Este método es útil en investigaciones de brotes transmitidos por alimentos. Se ha realizado la tipificación por medio de PFGE de cepas de *Campylobacter* aisladas de alimentos de origen animal (cerdo, aves de corral, pavo, ovejas y corderos) relacionadas con brotes originados por el consumo de este tipo de alimentos (Silva *et al.*, 2016; Lahti *et al.*, 2017).

CONCLUSIONES

Las técnicas moleculares presentan mayor ventaja frente a las técnicas convencionales de cultivo para la detección e identificación de microorganismos patógenos presentes en alimentos, son más específicos, sensibles y se realizan en menor tiempo. Por lo cual han ido en aumento en los últimos años, permitiendo una mejor detección e identificación de los microorganismos patógenos en alimentos. Se ha incrementado el uso y diversificación de métodos moleculares en microbiología de los alimentos, permitiendo escoger cuál es el mejor en la identificación de un patógeno en particular. Por lo cual, se propone la estandarización y validación



de los métodos moleculares utilizados para la identificación de microorganismos patógenos en alimentos debido a que existen pocas investigaciones respecto a ello.

REFERENCIAS

Angarita, M., Torres, M.I., y Díaz, A.K. (2017). Técnicas de Biología Molecular en el desarrollo de la investigación. Revisión de la literatura. *Rev Haban Cienc Méd*. 16(5):796-807.

Banco Mundial. (2018). *Comunicado de prensa No. 2019/072/AGR*. Washington, EU. Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2018/10/23/food-borne-illnesses-cost-us-110-billion-per-year-in-low-and-middle-income-countries>.

Boric, V. (2008). Aplicaciones de la Epidemiología Molecular en la detección de brotes de enfermedades transmitidas por alimentos. *Avances en Latinoamérica. BIOFARDO*. 16:92-97.

Cao, Y., Zhou, D., Li, R., et al. (2019). Molecular monitoring of disinfection efficacy of *E. coli* O157:H7 in bottled purified drinking water by quantitative PCR with a novel dye. *Journal of Food Processing and Preservation*. 43(2):1-8.

Camacho, S.F. (2017). Diagnóstico molecular en microbiología clínica. *PEDIATRICA*. 7(1):1-8.

CDC. (2019). *Microbios y enfermedades transmitidos por los alimentos*. Disponible en: <https://www.cdc.gov/foodsafety/es/foodborne-germs-es.html>

Dinesh, P., y Ambarish, S. (2009). DNA Based Methods Used for Characterization and Detection of Food Borne Bacterial Pathogens with Special Consideration to Recent Rapid Methods. *African Journal of Biotechnology*. 8(9):1768-1775.

Doménech, A., y Vila, J. (2014). Fundamento, tipos y aplicaciones de los arrays de ADN en microbiología médica. *Enferm Infecc Microbiol Clín*. 22(1):46-54.

Forero, Y., Galindo, M., y Ramírez, G. (2017). Patógenos asociados a enfermedades transmitidas por alimentos en restaurantes escolares de Colombia. *Revista Chilena de Nutrición*. 44:325-332.

Goji, N., MacMillan, T., y Amoako, K.K. (2012). A New Generation Microarray for the Simultaneous Detection and Identification of *Yersenia pestis* and *Bacillus anthracis* in Food. *Journal of Pathogens*. (5):627036.

Gouws, P., y Liedemann, L. (2005). Evaluation of diagnostic PCR for the detection of *Listeria monocytogenes* in food products. *Food Technol Biotechnol*. 43(2):201-5.

Gui, J., y Patel, R. (2011). Recent advances in molecular technologies and their application in pathogen detection in foods with particular reference to *Yersinia*. *Journal of pathogens*. (2):310135.

Hakovirta, J. (2008). *Modern techniques in detection, identification and quantification of bacteria and peptides from foods*. Helsinki: Yliopistopaino.

Hong, Y., Berrang M.E., Liu T., et al. (2003). Rapid Detection of *Campylobacter coli*, *C. jejuni* and *Salmonella enterica* on Poultry Carcasses by Using PCR-Enzyme-Linked Immuno-

sorbent Assay. *Applied and Environmental Microbiology*. 69(6):3492-3499.

Kasturi, K.N., y Drgon, T. (2017). Evaluation of a Real-time PCR Method for Detection of *Salmonella* spp in Environmental Samples. *Applied and Environmental Microbiology*. 83(14):1-33.

Kawasaki, S., Horikoshi, N., Okada, Y., et al. (2005). Multiplex PCR for simultaneous detection of *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, and *Escherichia coli* O157:H7 in meat samples. *J Food Prot*. 68(3):551-6.

Lahti, E., Lofdahl, M., Agren, J., et al. (2017). Confirmation of a campylobacteriosis outbreak associated with chicken liver pate using PFGE and WGS. *Zoonoses Public Health*. 64:14-20.

Li, Q., Cheng, W., Zhang, D., et al. (2012). Rapid and Sensitive Strategy for *Salmonella* Detection Using an *InvA* Gene-Based Electrochemical DNA Sensor. *International Journal of Electrochemical Science*. 7:844-856.

López, G., Martínez, J., Aguado, M., et al. (2012). *Microarray Detection and Characterization of Bacterial Foodborne Pathogens*. SpringerBriefs in Food, Health, and Nutrition.

Mandal, P., Biswas, A., Choi, K., et al. (2011). Methods for Rapid Detection of Foodborne Pathogens: An Overview. *American Journal of Food Technology*. 6(2):87-102.

Martínez, A., y Silva, E. (2004). Métodos físico-químicos en biotecnología. *Analytical Chemistry*. 62(13):1202-1214.

OMS. (2015). *WHO Estimates of the Global Burden of Foodborne diseases Foodborne Disease Burden Epidemiology Reference Group 2007-2015*. Switzerland.

OMS. (2017). *Inocuidad de los alimentos*. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>

Mas, E. (2016). Fundamento de la reacción en cadena de la polimerasa (RCP). *Revista AquaTIC*. 15.

Palomino, C., y González, Y. (2014). Técnicas moleculares para la detección e identificación de patógenos en alimentos: ventajas y limitaciones. *Rev Perú Med Exp Salud Pública*. 31(3):535-46.

Rodríguez, R., Aguilar, C., Ayala, L., et al. (2009). Detección de microorganismos mediante métodos moleculares. *AQM*, 1(1).

Silva, D.T., Tejada, T.S., Blum, D., et al. (2016). *Campylobacter* species isolated from poultry and humans, and their analysis using PFGE in southern Brazil. *Intl J Food Microbiol*. 217:189-94.

Sousa, A., y Pereira, M. (2013). A prospect of current microbial diagnosis method. En I. A. Méndez-Vilas (Ed.), *Microbial Pathogens and Strategies for Combating Them*. *Science, Technology and Education*. 3:1429-1438.

Secretaría de Salud. (2017). *Notificación semanal de casos nuevos de enfermedades 2017*. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/215342/3_Reporte_de_marzo_de_2017.pdf

Wang, L., Shi, L., Alam, M.J., et al. (2008). Specific and rapid detection of foodborne *Salmonella* by loop-mediated isothermal amplification method. *Food Res Int*. 41(1):69-74.



SECCIÓN ACADÉMICA

**Percepción del color azul en escolares
mediante un software desarrollado
ad hoc**



Percepción del color azul en escolares mediante un software desarrollado *ad hoc*

Myrna Miriam Valera Mota*, Jorge Bernal Hernández*, Mariana Guzmán Noriega*, José Rufino Díaz Uribe*

DOI: /https://doi.org/ 10.29105/ciencianl23.104-1

RESUMEN

Objetivo. Determinar la percepción del color azul en niños. **Métodos.** Se creó un software que muestra tres estímulos azules: 430, 450 y 470 nm. Analizando mediante ANOVA: longitud/lateralidad ocular y edad/sexo. **Resultados.** Mayores desviaciones en percepciones de 430 y 450 nm en edades de 6-8. En 450 nm las edades de 9-11 mostraron mayor desviación en ojo derecho, mientras que en los 470 nm se observaron mayores desviaciones en ojo izquierdo. **Conclusiones.** Las longitudes de onda que percibe el ojo humano entre 6 y 11 años de edad no difieren respecto al sexo, aunque imprecisa dependiendo de la LO percibida, la lateralidad y edad.

Palabras clave: percepción, percepción cromática, longitud de onda, niños, evaluación.

El espectro visible para el ojo humano en condiciones de iluminación normales está entre 380 a 780 nanómetros (violeta a rojo), aunque otros autores han situado este espectro de 400-700 nm (Urtubia, 2004; 1999; Matlin y Foley, 1996). Los receptores están en los conos y los bastones, que son 70% de los receptores de todo el organismo humano (Urtubia, 2004; 1999). Para que exista la percepción al color se involucran dos clases de células ganglionares en la retina, M y P, las primeras se involucran en la percepción del movimiento y las segundas hacen posible la percepción del detalle de las variaciones espaciales (Kendel y Schwartz, 2012). No obstante, algunos factores pueden afectar la percepción al color, entre éstos se encuentran los físicos: la iluminación (Santosjuares, 2010), toxicológicos, como el alcoholismo y biológicos, así como las alteraciones que ocurren en la vía visual (Blais, 2010).

ABSTRACT

A developed software was used to present three-color stimulus of the light blue spectrum from 430,450 and 470 nm. The analysis was performed by ANOVA: wavelength/ocular laterality and age/gender. Results. There were more deviations in the perception of the sample stimuli from 430nm to 450 nm, mainly on children with ages 6 - 8 years old. At the same time at 450nm children from 9 to 12 years old showed more deviation on the SS in the right eye, while at 470nm, there was more deviation on the left eye in all children. Conclusion. Human perception over the wavelength from 6 to 12 years old does not show difference between gender; however it is ambiguous depending on the wavelength, laterality and age.

Key Words: Perception, Color Perception, Wavelength, Children, Evaluation.

De esta manera, se ha observado que la opacidad de los tintos medios refringentes del ojo, o distintas patologías sistémicas u oculares, como la diabetes (Gella, 2015) y el glaucoma, suelen causar defectos en la percepción de los colores azules-amarillos, y se sabe de patologías del nervio óptico que se relacionan con alteraciones a la visión de los colores rojo-verdes (Niwa *et al.*, 2014; Cabrera, *et al.* 2007).

Algunas referencias aseguran que no solamente las rutas fisiológicas pueden modificar la intensidad de la percepción al color, también la edad, el sexo, la forma y la distancia a la cual se encuentran los objetos (Correa *et al.*, 2007). Así, se ha mostrado que un niño recién nacido sólo percibe colores como el amarillo, el naranja, el rojo y el verde, a los dos meses ya capta el azul, el

* Universidad Nacional Autónoma de México.
Contacto: valeramota@gmail.com

púrpura y el gris; se estima que hasta alcanzar los seis meses percibe los colores igual que los adultos (Craig, 2004). Estas diferencias se deben a que, comparados con los adultos, los niños tienen una menor absorción en el cristalino y en el pigmento macular, debido a que las sensibilidades espectrales de los pigmentos que se encuentran en los fotorreceptores son menores para longitudes de onda de 540 nm (Werner, 1982); sin embargo, en longitudes mayores a esta cifra casi no hay diferencia entre estos grupos etarios. Aunado a lo anterior, los procesos de envejecimiento hacen que la córnea y el cristalino tomen un color amarillento a partir de los treinta años, oscureciendo dichas estructuras (Werner, 1988). En esta misma línea, Correa *et al.* (2007) mostraron que las personas jóvenes perciben tonalidades más claras en las gamas magenta que los individuos de mayor edad.

Con relación al sexo, se ha descrito que este factor también puede influir en la percepción cromática, encontrando que las mujeres perciben tonalidades magenta más oscuras que los hombres, lo cual se asoció con cambios hormonales (Correa *et al.*, 2007); la mejor sensibilidad al color de los hombres se encuentra en el rango azul-verde, mientras que el de las mujeres se encuentra en el rango amarillo-rojo (Ellis y Ficek, 2001). Los autores explicaron este fenómeno con base en diferencias en el procesamiento cerebral de la información de los colores y a factores neurohormonales y bioquímicos de la retina. Asimismo, se han descrito diferencias sexuales en la proporción de personas que resultan afectadas por patologías congénitas, ya que éstas afectan 8% de la población masculina y sólo 0.5% de la femenina, incluso considerando que existe variación entre las dos poblaciones (Matthew, 2016).

Otros factores biológicos que influyen la percepción cromática son las distintas patologías que afectan la integridad de las estructuras sensoriales y nerviosas relacionadas con la visión o los humores del ojo, que afectan ese canal cromático y se asocian a las tonalidades azules y amarillas (Pardo, 2000).

Para la detección de las alteraciones perceptuales cromáticas o discromatopsias (conocidas como daltonismo), se utilizan pruebas cualitativas orientadas a su diagnóstico (Valenzuela, 2008). Así, Castro, Romero y Domínguez (1992) evaluaron la prevalencia de discromatopsias en Albacete, España, encontrando en los varones 4.14% y 0.00% en las mujeres (Castro, Romero y Domínguez, 1992). Otra metodología que ha resultado muy precisa y de bajo costo para la evaluación de las discromatopsias son las pruebas computarizadas (Quispe, 2013; Muñoz, 2001; Camps, s.a.). Miyahara, Pokorny y Smith (1996) utilizaron estímulos computarizados (cuadro de colores) para detectar anomalías de visión al color de tipo congénitas, diagnosticadas antes por un anomaloscópio y tablas de Ishihara, encontrando que sus estímulos fueron probablemente más sensibles que la prueba D15, además de diferenciar completamente protan y deutan, aunque la muestra de discromatas que utilizó fue muy pequeña.

Los autores concluyeron que las pruebas computarizadas permiten evaluar la visión del color fácil y rápidamente, invirtiendo un tiempo similar al de las pruebas tradicionales.

Así, las investigaciones anteriores muestran que usando la tecnología digital se puede presentar una mayor variedad de colores, y es posible medir las anomalías a la percepción cromática de una manera precisa. Por otra parte, como se ha mostrado en algunos trabajos, en condiciones normales la percepción cromática depende de factores individuales como el sexo, la edad y la lateralidad (si es ojo derecho u ojo izquierdo); sin embargo, hasta donde tenemos conocimiento, no existen trabajos sistemáticos en el ser humano que estudien el desarrollo normal de la percepción cromática a diferentes tonalidades para poder distinguir las anomalías que se pudieran presentar en hombres y mujeres a distintas edades. Entonces, el valor social del presente trabajo es que si conocemos cómo perciben los niños el color azul en tres diferentes tonalidades, se podrá explicar a los padres que los niños de ciertas edades no perciben de igual manera los colores azules claros y oscuros que un adulto, se les podrá explicar con ejemplos, lo que permitirá apoyar a los niños en tareas que impliquen utilizar este color. Asimismo, se podrán detectar patologías oculares como catarata y glaucoma, a partir de la percepción cromática normal, ya que existen pruebas que muestran la reducción de la visión tritan (azul y amarillo) en pacientes diabéticos con edema macular (Rashid *et al.*, 2013; Bresnick, 1986); mientras que en el glaucoma, existe un problema en la discriminación de los colores azul-amarillo como signo de daño precoz en las células ganglionares de la retina y en estado avanzado en el verde-rojo (Niwa *et al.*, 2014; Cabrera *et al.*, 2007). Además, se pretende saber si los niños perciben el color azul de tres intensidades diferentes, como realmente se debe observar, esto es, hay autores que indican que los niños perciben el color como lo percibe un adulto desde los 8 meses de edad; sin embargo, no se ha medido y aquí mostramos que el uso de software permite precisar si hay diferencia en la percepción al color azul.

En este artículo se hace referencia sólo al azul porque es un color en el que hay problemas en casos adquiridos, no es un problema congénito. Probablemente también, con este tipo de estudios, se podrían detectar deficiencias incipientes, pues una anomalía en la percepción de un color determinado podría evolucionar a partir de deficiencias en la percepción de tonalidades más claras o más oscuras, hasta llegar a una deficiencia cromática específica. Es decir, con estos datos podremos decir si un niño tiene una catarata y su grado de avance si lo comparamos con lo que los niños de esa edad perciben siendo sanos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se examinó a los participantes con un software elaborado en lenguaje de programación Java para evaluar la percepción cromática, mediante la observación de cuadrados de agudeza visual cercana: 20/800 para el estímulo control y 20/400 en los cuadrados de

comparación (estímulos), de color azul de diferentes longitudes de onda, 430 nm (azul oscuro), 450nm (azul puro) y 470 nm (azul claro). El software se instaló en una *laptop* Toshiba®.

Para la conversión entre longitud de onda y color se utilizó un algoritmo desarrollado por Malley (2004), que mapea la longitud de onda en el espectro visible con sus componentes RGB.

Participaron 162 niñas y 146 niños sanos con su mejor Rx (uso de sus lentes en caso de necesitarlos) y agudeza visual (AV) mejor a 20/40, con edades entre 6 y 12 años. Todos los niños estaban estudiando la educación básica escolar en una escuela de la zona conurbada de la Ciudad de México. Los niños se agruparon de acuerdo a su grado escolar y sexo (ver tabla I). Se solicitó consentimiento informado a los padres y a los niños para participar en el estudio.

Tabla I. Características de la muestra con relación a la edad, grado escolar, número de niños por sexo y total de niños por grado escolar y edad (años).

Grado	Edad	Hombres	Mujeres	Total
		N	N	N
1º	6	21	25	46
2º	7	24	34	58
3º	8	30	31	61
4º	9	24	23	47
5º	10	24	22	46
6º	11	23	27	50

Método

La prueba se realizó de forma individual, en un aula de 3x3 m, iluminada con luz blanca. Se colocó a los participantes a la misma altura del monitor y a 50 cm de éste. La prueba se realizó de forma monocular, en caso de que el niño(a) utilizara lentes, con ellos puestos, y que éste tuviera AV mejores a 20/40 y miopías o hipermetropías menores a 3.00 D.

Primero se colocó el estímulo muestra de 430 nm y en el lado derecho cinco estímulos de comparación de diferente longitud de onda (410, 420, 430, 440 y 450nm), es decir, un cuadrado con LO (color) igual al estímulo muestra y dos cuadrados con LO 10-20 nm mayor y dos cuadrados con LO 10-20 nm menor con respecto a la muestra. Se pidió a los participantes que observarían con cuidado el estímulo muestra y señalaran con el 'ratón' cuál de los cuadros de la derecha era del mismo color al del estímulo muestra. El software permitió registrar el valor en nanómetros del estímulo muestra y del estímulo de comparación seleccionado.

Después se presentó a los participantes un estímulo muestra de 450 nm y por último un estímulo de 470 nm, ambos con la misma metodología que el primero.

De esta forma, el software diseñado para conocer el barrido de longitud de onda que percibe cada ojo, en cada uno de estos intervalos, permitió la precisión en la medición de percepción cromática. El procedimiento duró siete minutos en cada ojo.

Análisis

Con los datos obtenidos se calcularon las diferencias entre la longitud de onda del estímulo seleccionado menos la longitud de onda del estímulo muestra, a este valor se le llamó desviación de la muestra (DM). Así, una diferencia positiva indica que existe una percepción de menor longitud de onda y en su caso, una diferencia negativa indicará que el ojo percibe una longitud de onda mayor y un valor de cero indica que la longitud de onda del estímulo seleccionado fue igual a la del estímulo muestra.

Para el análisis estadístico se realizó un ANOVA multivariado con dos factores: intragrupo longitud de onda y lateralidad y dos factores entre grupos: edad y sexo.

RESULTADOS

No hubo diferencia significativa en la percepción cromática con relación al sexo; tanto niños como niñas distinguen el color azul de la misma forma.

Longitud de onda

El efecto principal LO fue significativo [$p < 0.000001$]. Así, ante el estímulo muestra de 430 nm, los participantes seleccionaron estímulo control con mayor LO; cuando se mostró el estímulo muestra de 450 nm, seleccionaron estímulo control con menor LO y cuando se mostró el EM de 470, las respuestas fueron no significantes. Es decir, los niños perciben del mismo color el azul de 430 que el de 450 nm.

No obstante, las desviaciones observadas dependieron de la edad de los niños, ya que la interacción LOxedad también fue significativa [$p = 0.000001$]. Las comparaciones entre las diferentes edades muestran que en la LO de 430 nm, los niños de 6 años tuvieron mayores DM positivas en comparación con los niños de 8 a 11 años; mientras que en la LO de 450 nm, los niños de 6 y 7 años mostraron mayores DM negativas que los niños de los demás grados escolares. No hubo diferencias significativas entre los niños de 8 a 11 años. Esto es, ante el EM de 430 nm (azul oscuro), los niños de 6 años seleccionaron estímulos de mayor LO (azules más claros) en comparación

con los niños de los demás grados escolares; mientras que ante el EM de 450 nm, los niños de 6 y 7 años seleccionaron estímulos de menor LO (azules más oscuros). Lo que indica que los niños de 6 y 7 años confunden el color azul de longitud de onda 430 con el 450 y viceversa. Siendo que los niños mayores a 8 años perciben los tres colores azules más parecidos a la realidad.

Longitud de onda y lateralidad

La interacción LO y LAT también fue significativa [$p = 0.000012$], lo que indica que las DM fueron distintas dependiendo de la LO del EM y del ojo, derecho o izquierdo, con el que se observara el estímulo. El análisis mostró diferencias significativas ante los estímulos de 450 nm y 470 nm. Ante el EM de 450 nm, las DM fueron mayores con el ojo derecho comparadas a las del ojo izquierdo ($\bar{x} = -8.8961$ nm vs. $\bar{x} = -2.9545$ nm; $p = 0.000020$), indicando que, en general, los niños seleccionaron estímulos de LO menores a la del EM cuando vieron los estímulos con el OD que cuando lo hicieron con el OI. Asimismo, ante el EM de 470 nm, los niños seleccionaron estímulos muy parecidos al estímulo muestra, cuando vieron con el OD que cuando vieron con el OI, ya que seleccionaron estímulos de mayor LO con el OI ($\bar{x} = -0.9740$ nm vs. $\bar{x} = 3.344$ nm; $p = 0.000021$).

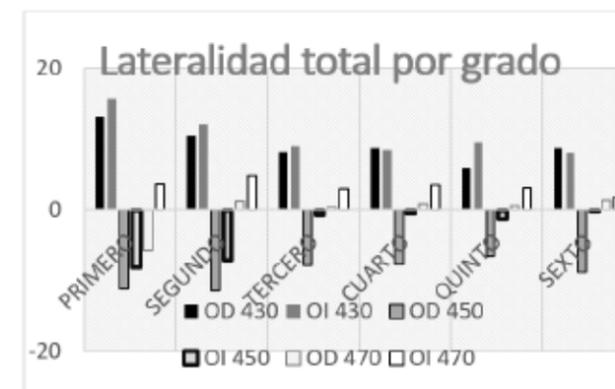


Figura 1. Desviaciones de la muestra de los estímulos de 430, 450 y 470 nm obtenidas, con la visión de cada uno de los ojos, de los niños de 6 a 11 años.

En la figura 1 se observa que la percepción del azul oscuro (430 nm) presenta mayores desviaciones hacia LO más grandes, en todos los grupos, en ambos ojos; sin embargo, las desviaciones son mayores en los dos primeros grados, es decir, que los niños de 6 y 7 años perciben los azules oscuros como un azul puro (más claro). También se puede observar que en la longitud de 450 nm (azul puro) la longitud de onda presenta desviaciones hacia LO menores, es decir, hacia los azules oscuros. Así que los niños de 6 y 7 años no perciben la diferencia entre el azul oscuro y el azul puro, lo ven igual. Los niños de 8 a 11 años tienen diferencias significativas en la lateralidad ocular con el ojo derecho, mostrando las mayores desviaciones. Por último, en el color azul claro (470 nm) no se observan diferencias en las desviaciones entre las distintas edades, sólo se observan diferencias en la

lateralidad ocular en los niños de 6 y 7 años, aunque sólo fue significativa en los niños de 6 años.

DISCUSIÓN

Las diferencias en la percepción fueron importantes sólo en los niños de 6 y 7 años, mientras que en los de mayor edad la percepción tendió a ajustarse a la LO del estímulo que se presentó. Estos datos pueden deberse a una falta de maduración del sistema visual de los niños de 6-8 años en comparación con los de mayor edad, para la percepción de colores con LO menores a 470nm. Correa *et al.* (2007) encontraron cambios en la percepción del color, dependiendo de la edad y sexo en grupos de niños de 9-13 años y adolescentes de 14-18 años, mostrando que las mujeres perciben las tonalidades magenta más oscuras que los hombres, asociándolo a factores hormonales. Aunque los datos del presente trabajo no son directamente comparables con ese estudio; dadas las diferencias de edad y los estímulos utilizados, no se observó ninguna diferencia dependiendo del sexo, al menos utilizando tonos azules.

Por otra parte, Craig (2004) asegura que un bebé desde los 2 meses capta el azul y a los 6 meses percibe los colores como un adulto, implicando con ello que la maduración perceptual cromática se alcanza a partir de los 6 meses de edad. Estas afirmaciones contrastan con los datos del presente trabajo, ya que se encontró que en diferentes etapas de la niñez, en el rango de 6 a 11 años, existen diferencias en la percepción cromática, al menos con relación a la percepción de los tonos azules. Asimismo, Werner (1982) indica que existen grandes diferencias entre niños y adultos debido a los procesos de envejecimiento que sufre la córnea y el cristalino. No obstante, dados los resultados del presente documento, se puede decir que estos cambios podrían tener efecto durante las distintas etapas del desarrollo, ya que existen diferencias notorias entre las personas de un mismo grupo etario, como ha quedado manifiesto en el presente trabajo. Además de no encontrarse trabajos para conocer resultados con respecto a la diferencia en la percepción de un ojo y otro.

Dada la escases de estudios sobre el desarrollo de la percepción cromática, no encontramos más trabajos para comparar los presentes resultados; sin embargo, fue claro que cada uno de los ojos presenta una sensibilidad distinta ante los diferentes tonos azules en el rango de 430-470nm.

CONCLUSIÓN

En resumen, el presente trabajo mostró que la percepción del color azul, durante la edad escolar, es independiente del sexo y que los niños de 6-8 años carecen de precisión en las longitudes de onda de 430 y 450 nm; es decir, no diferencian entre el azul oscuro y el azul puro. Por otra parte, si se considera la lateralidad como la diferencia en la precisión con la que se percibe con cada uno de los ojos, se pue-

de decir que ésta sólo se observó en la longitud de onda de 450 nm (azul puro) en los niños de 8 a 11 años, y que el OI es más dominante que el derecho, dominancia que se establece hacia los 8 años de edad.

Este hallazgo es de importancia en la optometría debido a que existe dominancia ocular con respecto a la visión (siempre hay un ojo que percibe mejor, aunque los dos tengan la misma agudeza visual); entonces, es importante saber que también habrá un ojo que percibe mejor el color.

Por último, se hace énfasis en que la adaptación del humano al medio ambiente en gran parte es por el color; entonces habrá que poner atención en los niños de 6 y 7 años debido a que el color azul lo percibirán en tonalidades diferentes que un niño de 8 años a más. Por lo tanto se deberá vigilar que en realidad suceda, y perciba estos colores porque si el humano percibe los colores de diferente longitud de onda, tendrá dificultades en su vida tanto profesional como social.

AGRADECIMIENTOS

A PAPIIT (Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica), por el apoyo financiero al proyecto RR200216.

Al Ing. Xicotencatl Ortega, de la FES Iztacala, por la realización del software.

Al Lic. Raymundo Bernardo Morales Medina, por el apoyo con la Escuela Primaria "Lic. Isidro Fabela".

REFERENCIAS

Blais, B. (2010). *Deficiencia de la visión en color. Una explicación concisa de la optometría y la oftalmología*. Richmond Products. Disponible en <https://docplayer.es/15320649-Richmond-products-deficiencia-de-la-vision-en-color-una-explicacion-concisa-de-la-optometria-y-la-oftalmologia.html>

Bresnick, G.H. (1986). Diabetic macular edema. A review. *Ophthalmology*. (93): 989-997.

Cabrera, M., Martínez, R., et al. (2007). Comportamiento de la visión de color en pacientes sospechosos de glaucoma y glaucomatosos como daño precoz de las células ganglionares de la retina. *Rev. Cubana Oftalmol.* 20(1). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21762007000100003&lng=es.

Camps. (s.a.). Memoria de color en niños. Memoria en congreso Alicante, España.

Castro, L., Romero, M., y Domínguez, M. (1992). Estudio epidemiológico de las discromatopsias congénitas en escolares. *Rev. San. Hig. Pub.* (66):273-279.

Correa, V., Estupiñán, L., et al. (2007). Percepción visual del rango del color: diferencias entre género y edad. *Revista Med.* 15(1):7-14.

Craig, G. (2004). *Human Development*. Oxford: Butterworth Heine-mann.

Ellis, L., y Ficek, C. (2001). Color preferences according to gender and sexual orientation. *Personality and individual differences*. (31):1375-1379.

Gella, L. (2015). Impairment of color vision in diabetes with no retinopathy: Sankara Nethralaya diabetic retinopathy epidemiology and molecular genetics study (SNDREAMS-II, report 3). *Plos ONE*. 10(6).

Kendel, E., y Schwartz, J. (2012). *Principles of neural science*. New York: Mc. Graw Hill.

Malley, Ch. (2004). *Visible Color*: University of Colorado. Disponible en: https://svn.concord.org/svn/projects/vendor/phet/current/simulations-java/simulations/radio-waves/phetcommon/src/edu/colorado/phet/common_1200/view/util/VisibleColor.java

Matlin, M., y Foley, H. (1996). *Sensación y percepción*. México: Prentice Hall Hispanoamericana S.A.

Matthew, P.S. (2016). Acquired color vision deficiency. *Survey of Ophthalmology*. 61(2):132-155.

Miyahara, E., Pokorny, J., y Smith, V.C. (1996). Increment threshold and purity discrimination spectral sensitivities of X-chromosome-linked color defective observers. *Vision Research*. (36):1597-1613.

Muñoz, R. (2001). Caracterización física de la percepción de colores digitales. *Órgano de divulgación científica y tecnológica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo*.

Niwa, Y., Muraki, S., et al. (2014). Evaluation of acquired color vision deficiency in glaucoma using the rabin cone contrast test. *Investophthalmol Vis Sci.* (55):6686-6690.

Pardo, F.P. (2000). *Realización y validación de un programa informático para la detección de deficiencias en la visión de los colores*. Tesis de licenciatura. Universidad de Extremadura. Badajoz, España.

Quispe, A. (2013). *Usabilidad Web para usuarios daltónicos*. Memoria en congreso Iberoamericano SOCOTE, Universidad de San Martín de Porres. 15-16 oct.

Santosjuaanes, B. (2010). *Estudio del anomaloscopio Heidelberg multicolor como test de detección de defectos cromáticos rojo-verde y azul-amarillo*. Tesis de master en optometría avanzada y ciencias de la visión.

Urtubia, C. (1999). *Neurobiología de la visión*. España: Universidad Politécnica de Cataluña.

Urtubia, C. (2004). Fisiología de la retina: el mensaje de la primera sinapsis. *Rev ver y oír*. 288-295.

Werner, J. (1982). Development of scotopic sensitivity and the absorption spectrum of the human ocular media. *J. Opt. Soc. Am.* (72):247-258.

Werner, J. (1988). Sensitivity of human foveal color mechanisms throughout the life span. *J. Opt. Soc. Am.* (12):2122-2130.

Valenzuela, G.M. (2008). *Anomalías en la visión del color*. España: Ittakus.

Rashid, A., Kernt, M., et al. (2013). Quantitative computerized color vision testing in diabetic retinopathy: A possible screening tool? *Oman. J. Ophthalmol.* (6):36-39.



UNA ENFERMEDAD CON VACUNAS EN INVESTIGACIÓN

NELLY DANIELA GONZÁLEZ VELÁZQUEZ*

El dengue es una enfermedad viral transmitida mediante la picadura del mosquito *Aedes aegypti*, que habita principalmente en zonas tropicales y subtropicales, por tal motivo, México es considerado una zona endémica donde se encuentran aislados los serotipos (subespecies del virus con variación de antígenos en la superficie celular) inmunológicos del virus del dengue. A inicios de 2020, el Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades Europeo (ECDC) reportó los países con más casos de infecciones, éstos se clasificaron por continentes:

- En Latinoamérica destacan Brasil, Paraguay y Bolivia con 1,195,529; 219,913 y 82,793 casos, respectivamente.
- En Asia destacan Indonesia, Malasia y Filipinas con 68,700; 59,378 y 50,169 casos, respectivamente.
- En África destacan Réunion, Mayotted y Comorost con 36,962; 4,156 y 696 casos, respectivamente
- En Australia y el Pacífico destacan la República de las Islas Marshall, Polinesia Francesa y Australia con 3,482; 2,940 y 191 casos, respectivamente.

* Universidad Autónoma de Nuevo León.
Contacto: nelly.daniela.gzzla@gmail.com





Los serotipos DENV-1, 2, 3 y 4 interactúan con los anticuerpos que se encuentran en el suero de la sangre (líquido sanguíneo que permanece después de eliminar las células y componentes de ésta) y desencadenan la respuesta inmunológica contra el virus, lo que genera una variedad de signos y síntomas que comprometen la calidad de vida al depender de la severidad.

A manera de frenar la creciente cantidad de casos reportados en el mundo, se han desarrollado vacunas con el propósito de disminuir la tasa de contagios. Actualmente existen múltiples opciones, como la vacuna inactivada tetravalente TDENV-PIV, preferible al ser desarrollada a partir de una proteína o fragmentos de cada serotipo del virus, haciéndolos incapaces de revertirse a la forma infecciosa que provoca la enfermedad al no ser aptos para replicarse; y las vacunas atenuadas tetravalentes conocidas como TV003/TV005, DEN-Vax y CYD-TDV, fundamentadas en la concentración del ADN de los cuatro serotipos del virus debilitado, que estimula el sistema inmunológico, lo que puede ser causante de la imitación de la infección natural (Hernández-Cortés *et al.*, 2019).



MANIFESTACIONES CLÍNICAS EN EL ORGANISMO

La importancia del desarrollo de vacunas como una medida de prevención primaria está justificada en el impacto que establece el virus del dengue en el organismo; el serotipo transmitido y el efecto que causa sobre el sistema inmunológico son los factores de mayor impacto. Las manifestaciones clínicas son descritas mediante definiciones de caso:

- La enfermedad febril aguda se caracteriza por la presentación clínica de una cefalea frontal, dolor retroauricular, dolores musculares, dolores articulares y un exantema representado por una erupción cutánea (Martínez, 1995).
- La fiebre hemorrágica del dengue (FHD) se caracteriza por episodios de fiebre, manifestaciones hemorrágicas como las petequias que se presentan como manchas pequeñas, planas y circulares de color púrpura en la piel, moretones, sangrado de las mucosas o en sitios de inyección. Éstas son confirmadas mediante una prueba positiva de torniquete, una cuenta de plaquetas (fragmentos de células sanguíneas que ayudan a frenar el sangrado y facilitar la cicatrización de las heridas) disminuida (Martínez, 1995) y un aumento en el intercambio selectivo de sustancias entre la sangre y los tejidos vecinos, que se representa mediante el escape del agua y proteínas fuera del vaso sanguíneo, lo que produce la concentración de la sangre y la alteración de la concentración de los glóbulos rojos.
- El síndrome de *shock* por dengue (SCHD) se manifiesta principalmente con una hipotensión arterial, extremidades frías al tacto y confusión mental (Martínez, 1995).



DESARROLLO DE VACUNAS EN INVESTIGACIÓN

En 2015, Sanofi-Pasteur desarrolló la primera vacuna atenuada tetravalente, CYD-TDV (dengvaxia), la cual fue aprobada para su venta en el mercado por la Food and Drug Administration (FDA) en Estados Unidos y por la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos

Sanitarios en México. En sus fases de investigación los componentes del serotipo 1 al 4 fueron creados, éstos están fundamentados en la estructura y genética del virus de la fiebre amarilla, con la variante de incluir las proteínas prM y E correspondientes de cada serotipo del virus del

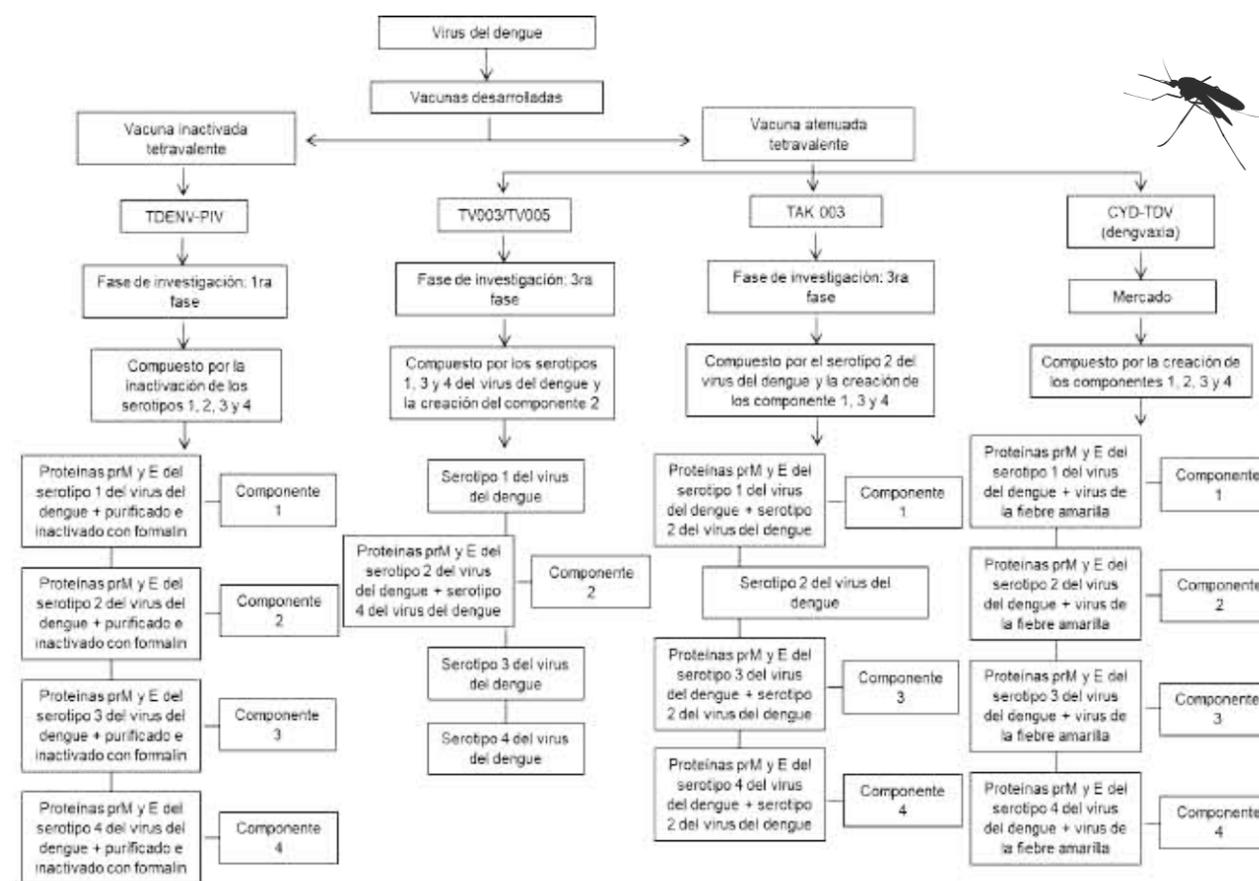


Figura 1. Desarrollo de vacunas en investigación: origen y composición estructural y genética.

dengue, a fin de crear un componente nuevo (figura 1). Los serotipos 3 y 4 reportaron una alta infectividad (capacidad del agente para invadir un organismo y provocar una enfermedad) y eficacia de protección, mientras que los serotipos 1 y 2 no reportaron impacto significativo. La inestabilidad de los últimos dos serotipos llevó a la implementación de una secuencia para elevar la concentración de anticuerpos y células T CD8+ específicas contra estos serotipos del virus. Esto se realizó mediante la administración de

tres inyecciones, con la administración de la segunda y tercera inyección a los seis y 12 meses posteriores a la primera inyección (Vannice, Durbin y Hombach, 2016). Se debe tener en consideración que la vacuna sólo se debe administrar en personas previamente infectadas con el virus del dengue, en un rango de edad entre los 9 y 45 años (figura 2), esto debido a que la vacuna puede actuar como el origen de la infección si la persona no ha sido infectada con anterioridad.

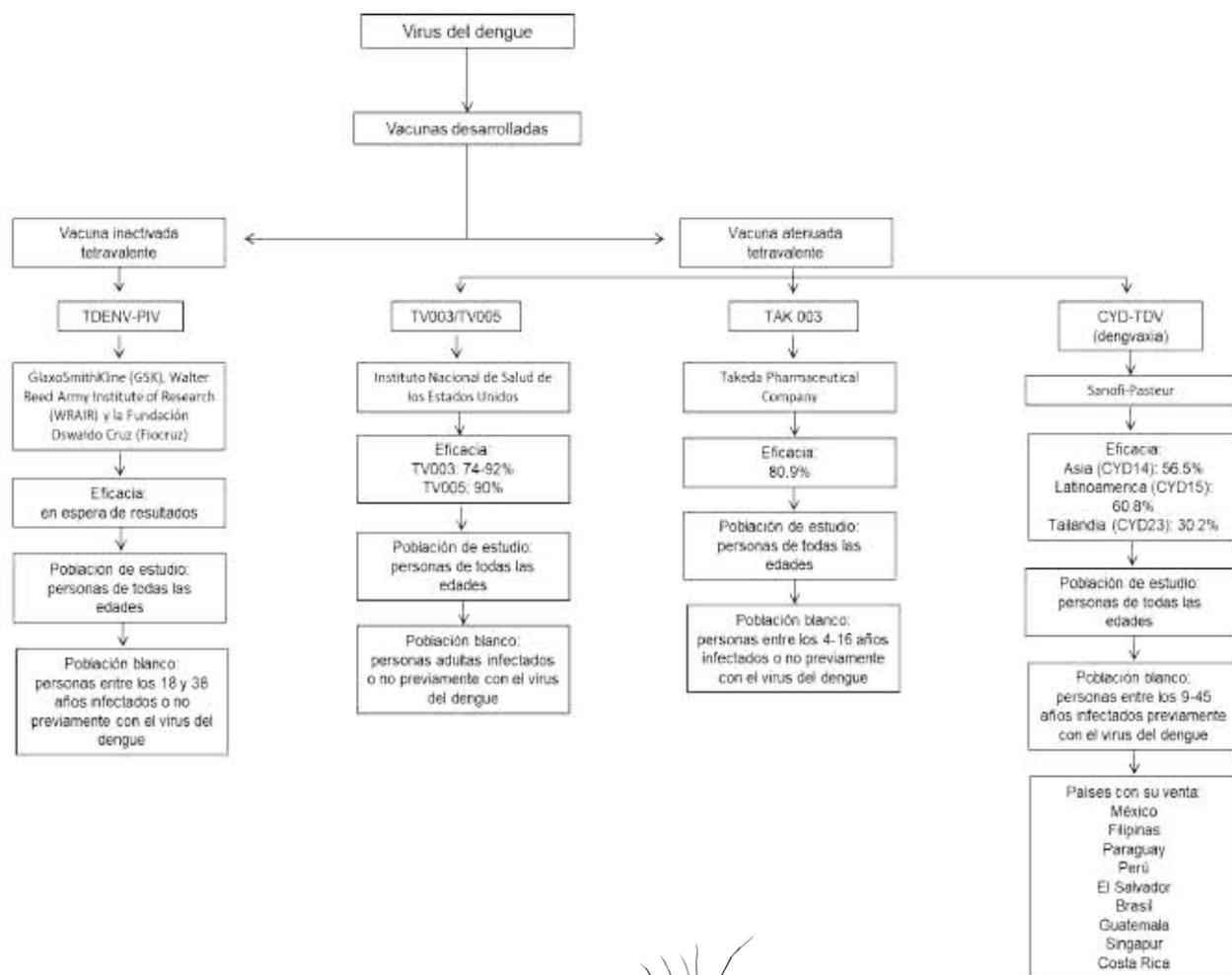


Figura 2. Desarrollo de vacunas en investigación: eficacia y población blanco.



La siguiente vacuna atenuada tetravalente es la TV003/TV005, la cual fue desarrollada por el Instituto Nacional de Salud de los Estados Unidos y se encuentra actualmente en la fase 3 de investigación. Se realizaron pruebas monovalentes para cada serotipo del virus del dengue en la fase 1, los componentes de los serotipos 1, 3 y 4 están fundamentados en la forma estructural y genética original de los serotipos del virus del dengue, mientras que el componente del serotipo 2 está basado en el serotipo 4 del virus con la variante de incluir las proteínas prM y E del serotipo 2 (Vannice, Durbin y Hombach, 2016) (figura 1). La administración de la inyección reportó una eficacia de 90% para la TV005 y de 74% para la TV003 (figura 2), esto fue comprobado debido a la alta concentración de anticuerpos y células T CD8+ específicas contra los serotipos del antígeno. No se reportó la inducción de la enfermedad por parte de la vacuna y los efectos secundarios se establecieron con base en la presentación clínica de un enrojecimiento de la piel en el área de inyección y una cuenta de neutrófilos, células de la sangre, disminuida (Lim y Poh, 2018).

La última vacuna atenuada tetravalente que presenta reportes avanzados de eficacia es la TAK 003, la cual fue desarrollada por Takeda Pharmaceutical Company en Japón. Dicha vacuna se encuentra actualmente en la fase 3 de investigación. Se realizaron pruebas para cada componente de los serotipos en la fase 1, el componente del serotipo 2 está fundamentado en la forma estructural y genética original del serotipo 2 del virus del dengue, mientras que la creación de los componentes de los serotipos 1, 3 y 4 está



fundamentado en el serotipo 2 con la variación de incluir las proteínas prM y E del serotipo correspondiente para formar los componentes nuevos (figura 1). Fue tolerado en niños y adultos entre los 4 y 16 años sin darle importancia a una infección previa por el virus del dengue (Lim y Poh, 2018) (figura 2). Se reportó la misma cantidad de elevación en la concentración de anticuerpos y células T CD8+ específicas contra los serotipos del antígeno, esto se realizó mediante la administración del virus atenuado tetravalente en una o dos inyecciones, donde la segunda inyección se aplicó entre el tercer y doceavo mes posterior a la primera inyección (Vannice, Durbin y Hombach, 2016).

Por otro lado, existe una vacuna inactivada tetravalente denominada TDENV-PIV, la cual fue desarrollada por GlaxoSmithKline (GSK), Walter Reed Army Institute of Research

(WRAIR) y la Fundación Oswaldo Cruz (Fiocruz), se encuentra actualmente en la fase I de investigación. Se realizaron pruebas para la obtención de los componentes de cada serotipo, del 1 al 4, los cuales fueron purificados e inactivados con una sustancia química conocida como formalina (figura 1). Se utilizaron diferentes cantidades de dosis y se administró una inyección de refuerzo al año posterior a la primera inyección a las personas entre las edades de 18 a 38 años (figura 2). Se reportó una concentración moderada de anticuerpos y células T CD8+ específicas contra los serotipos del antígeno, además de comprobar que la actividad de las células B de memoria perduran por más de 12 meses desde la primera inyección contra el antígeno. Los efectos secundarios se establecieron en base a la presentación clínica de dolor en el sitio de inyección y fiebre de menos de un día de duración (Schmidt *et al.*, 2017).



UN FUTURO PROMETEDOR

Las vacunas expuestas anteriormente son aquéllas en fases de estudio avanzadas, se les permitió continuar en estado de estudio debido a los resultados prometedores reportados, una vez que comprueben su seguridad y efectividad para la población tendrán altas probabilidades de aprobación para salir al mercado. Esto nos lleva a concluir que a futuro este recurso puede ser utilizado como medida de prevención primaria al ser integrado en la cartilla de vacunación para evitar la diseminación y transmisión de la enfermedad desde de edades tempranas. A pesar de haber mencionado una cantidad limitada de vacunas, se debe comentar que actualmente existen un total de 23 vacunas en estudio, ya sea en fase preclínica o en fase de investigación.



REFERENCIAS

- Hernández-Cortés, C., Fernández-Arquíelles, R.A., Aguiar-Fuentes, E.G., *et al.* (2019). Revisión Integrativa sobre la pertinencia de las vacunas VPH, influenza y dengue para la salud pública en México. *Revista Waxapa*. 10(18):7-14.
- Lim, C.S., y Poh, C.L. (2018). Development of dengue vaccines. *Australasian Medical Journal*. 11(6):370-380.
- Martínez, E. (1995). Dengue y dengue hemorrágico: aspectos clínicos. *Salud Pública de México*. 37(Su1):29-44.
- Schmidt, A.C., Lin, L., Martínez, L.J., *et al.* (2017). Phase 1 randomized study of a tetravalent dengue purified inactivated vaccine in healthy adults in the United States. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. 96(6):1325-1337.
- Vannice, K.S., Durbin, A., y Hombach, J. (2016). Status of vaccine research and development of vaccines for dengue. *Vaccine*. 34(26):2934-2938.



Virus como arma contra las bacterias farmacorresistentes

MARÍA FERNANDA VELARDE PADILLA*,
JUAN DANIEL HERNÁNDEZ ALTAMIRANO*

Reconocidos como uno de los descubrimientos más importantes de la humanidad, los antibióticos, también llamados antimicrobianos, son fármacos usados para prevenir y tratar enfermedades en humanos y animales causadas por bacterias patógenas. Desde su hallazgo a mediados del siglo XX se han podido salvar incontables vidas.

Todos han escuchado hablar de los antibióticos. ¿Pero cómo funcionan en realidad? Estos agentes antimicrobianos se componen de moléculas que interrumpen procesos metabólicos vitales para la supervivencia de las bacterias, lo cual conlleva a su muerte y, por ende, a la finalización de la infección bacteriana en cuestión. El proceso se debe a que, de acuerdo con su clasificación, son capaces de inhibir la síntesis de proteínas, la formación de la pared bacteriana, e incluso impiden que el material genético de la bacteria se duplique, como si pudiéramos un tornillo para atascar el en-

granaje de una máquina, logrando que ésta deje de funcionar (Calvo y Martínez, 2009).

A pesar del éxito que representa el uso de antibióticos para combatir enfermedades, su uso indebido ha provocado el desarrollo de nuevas problemáticas, como la resistencia bacteriana. Según datos del Centro para la Prevención y Control de Enfermedades de EE UU, cerca de 23,000 personas mueren al año a causa de infecciones por bacterias resistentes a los antibióticos (CDC, 2014), y se prevé que para 2050 estos medicamentos serán ineficaces para hacerles frente (OMS, 2017).

En México, estos fármacos son los más vendidos y consumidos por la población. Se estima que se consumen más que en países desarrollados, aunque el uso justificado apenas se ubica entre 10-15% de todas las prescripciones médicas (Dresler *et al.*, 2008).

* Universidad Autónoma de Nuevo León.
Contacto: fernandavelardepdll@uanl.edu.mx

LA RESISTENCIA BACTERIANA

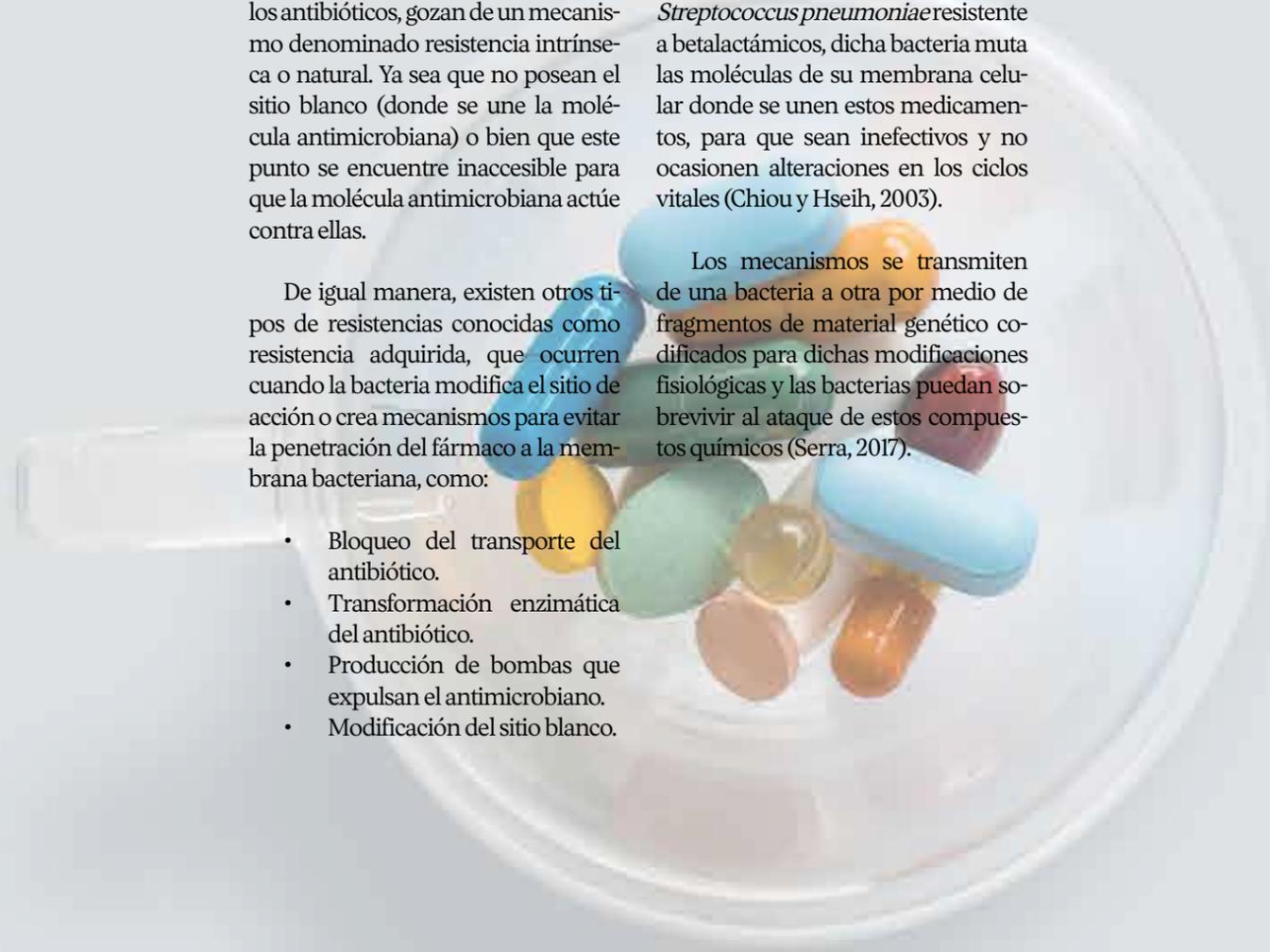
Existen bacterias que, por sus propias características, no son afectadas por los antibióticos, gozan de un mecanismo denominado resistencia intrínseca o natural. Ya sea que no posean el sitio blanco (donde se une la molécula antimicrobiana) o bien que este punto se encuentre inaccesible para que la molécula antimicrobiana actúe contra ellas.

De igual manera, existen otros tipos de resistencias conocidas como resistencia adquirida, que ocurren cuando la bacteria modifica el sitio de acción o crea mecanismos para evitar la penetración del fármaco a la membrana bacteriana, como:

- Bloqueo del transporte del antibiótico.
- Transformación enzimática del antibiótico.
- Producción de bombas que expulsan el antimicrobiano.
- Modificación del sitio blanco.

Un ejemplo de modificación del sitio blanco es el caso de la bacteria *Streptococcus pneumoniae* resistente a betalactámicos, dicha bacteria muta las moléculas de su membrana celular donde se unen estos medicamentos, para que sean inefectivos y no ocasionen alteraciones en los ciclos vitales (Chiou y Hseih, 2003).

Los mecanismos se transmiten de una bacteria a otra por medio de fragmentos de material genético codificados para dichas modificaciones fisiológicas y las bacterias puedan sobrevivir al ataque de estos compuestos químicos (Serra, 2017).



NUEVAS ESTRATEGIAS CONTRA LAS BACTERIAS PATÓGENAS

A todas luces, este futuro escenario parece sombrío. Por eso, en la lucha para erradicar a las infecciones bacterianas, se han desarrollado nuevos fármacos para las bacterias que han adquirido resistencia a los medicamentos comúnmente usados. Un ejemplo de estas nuevas moléculas terapéuticas son los péptidos: cadenas pequeñas de aminoácidos que desestabilizan la membrana bacteriana, ocasionan su ruptura y con ello la muerte celular (Calvo y Martínez, 2009).

De igual manera, se ha propuesto la reinención y mejoramiento de fármacos a través de nuevas áreas como la nanotecnología. Como es el caso del uso de pequeñas partículas (nanopartículas) metálicas, poliméricas e incluso nanocristales, las cuales, debido a la escala nanométrica, provocarían un mejor contacto entre la bacteria y la nanopartícula, ya que, al ser muy pequeñas, éstas pueden escabullirse entre las estructuras bacterianas logrando que actúen de manera más eficaz en comparación con aquéllas de mayor tamaño (Lima, Sá de Fiol y Balcão, 2019).

Dentro de las estrategias planteadas como alternativa contra las bacterias resistentes a múltiples fármacos se encuentra la *fagoterapia*, que involucra el uso terapéutico de virus poseedores de una afinidad específica por las bacterias, conocidos como bacteriófagos o fagos, dichas partículas virales al sólo infectar bacterias tienen varias ventajas en comparación a los fármacos antimicrobianos, ya que estos virus pueden diseñarse para atacar de manera exclusiva a ciertas bacterias que causan enfermedades graves, como si se diseñara una llave para una cerradura concreta.

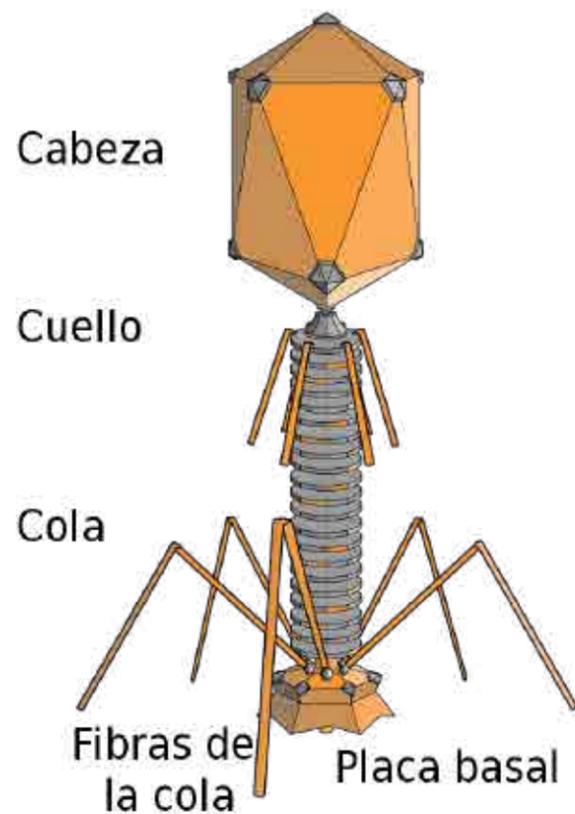


Figura 1. Estructura general del fago T2 de enterobacteria, morfología característica de la mayoría de bacteriófagos.

¿ES LA FAGOTERAPIA UNA SOLUCIÓN?

Los fagos, al ser virus que poseen la capacidad de infectar bacterias, se unen a determinados receptores de superficie e inyectan su material genético con el fin de que éste se replique empleando la maquinaria celular de sus hospederos bacterianos (Reina y Reina, 2018). Los fagos se caracterizan por tener dos ciclos de replicación denominados líticos y lisogénicos, el primero de mayor interés para el desarrollo de nuevas terapias contra bacterias, ya que destruyen las bacterias directamente, ocasionando que éstas estallen por el rompimiento de su membrana celular.

En el ciclo lisogénico, el material genético del bacteriófago se inserta en la bacteria y permanece latente. Es decir, se mantiene dentro de la célula y se acopla en el cromosoma bacteriano, además de poder ser transmitido en cada división celular. En contraparte, el ciclo lítico, llamado así porque cuando surge la progenie de nuevos bacteriófagos en la célula bacteriana, ésta muere por la lisis celular. En otras palabras, la bacteria muere por la ruptura de su membrana.

Sin duda alguna, la creciente problemática de resistencia a antibióticos ha posicionado a la fagoterapia como una alternativa prometedora, en especial contra aquellas bacterias que ya han adquirido una resistencia a múltiples antibióticos. Los fagos, al ser específicos para determinadas cepas bacterianas, tienen la capacidad de eliminarlas sin afectar la microbiota (bacterias benéficas) del huésped en comparación con los antibióticos.

Al ser sumamente sencillos los genomas de los fagos, es posible realizar modificaciones mediante técnicas de ingeniería genética y biología sintética. Esto facilita que los

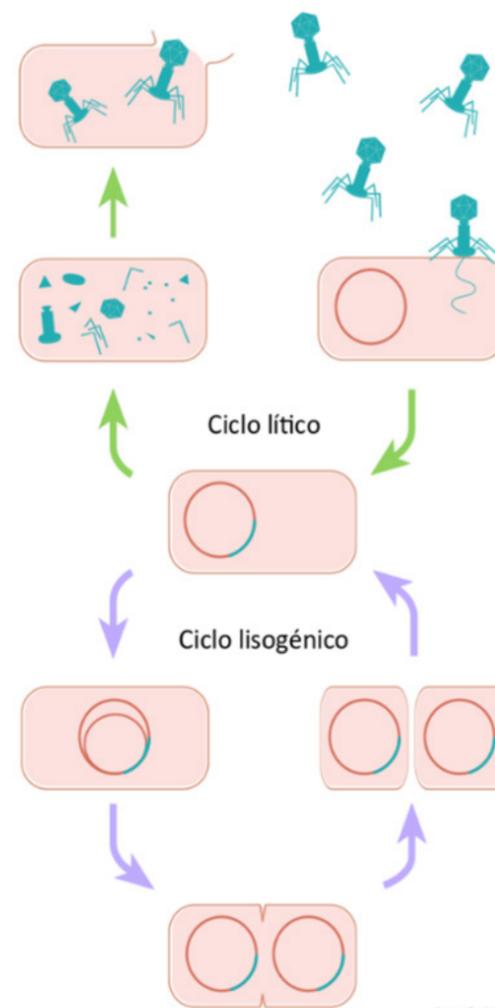


Figura 2. Diagrama del ciclo lítico y lisogénico de los bacteriófagos en las células bacterianas.



fagos acarrean genes, proteínas y moléculas antimicrobianas que puedan atacar de forma más eficiente a las bacterias, en especial a aquellas que producen biopelículas o biofilms. Es decir, bacterias que sintetizan estructuras poliméricas y que ayudan en la protección contra ambientes hostiles, al conferir una barrera física contra los ataques de los antibióticos convencionales. Este mecanismo favorece la patogenicidad de las bacterias para causar infecciones crónicas, sobre todo en los centros hospitalarios (Reina y Reina, 2018; Chen *et al.*, 2019).

Debido a la capacidad de las bacterias patógenas de formar estas biocapas, se les atribuye una mayor resistencia a los antibióticos; se ha comprobado que la mezcla de dife-

rentes fagos frente a las bacterias responsables de estas infecciones, en el uso en conjunto con un antibiótico, permite aumentar la actividad bactericida. El bacteriófago vuelve más accesibles las dianas farmacológicas a las que se dirige las moléculas antibióticas (Reina y Reina, 2017).

Un ejemplo del uso de estas tecnologías contra biopelículas bacterianas fue el diseño de un fago T7 que acarreaba el gen *DspB* de *Actinobacillus actinomycetemcomitans* que codifica para la enzima degradadora de biofilm dispersina B (DspB) y reducía significativamente el recuento bacteriano en la biopelícula de una determinada cepa de *Escherichia coli*, de un 65.9 y 74.5% en un promedio de 4 y 8 horas, respectivamente.

Por otro lado, los fagos no sólo han sido diseñados contra bacterias formadoras de biopelículas, también como métodos para escindir o romper genes de resistencia a antibióticos. Tal es el caso del uso del sistema CRISPR-*Cas9* herramienta de edición del ADN capaz de introducir cambios en el genoma tras reconocer de forma específica la secuencia que se quiere modificar. Un ejemplo es el diseño de fagémidos, fragmentos de material genético circular que poseen genes de un fago que contenían al sistema CRISPR-*Cas9* y cuyo blanco era el gen de resistencia a kanamicina *aph-3*. Este vector fue empacado en el fago Φ NM1 específico para *Staphylococcus aureus*, en donde al ser evaluado frente a la cepa resistente, se observó una fuerte inhibición del crecimiento bacteriano (Chen *et al.*, 2019).

LOS RETOS EN EL USO DE BACTERIÓFAGOS

Debido a su naturaleza proteica, los bacteriófagos pueden ser reconocidos por el sistema inmune y así perder su eficacia terapéutica, debido a que están sujetos a la desnaturalización o cambios en sus estructuras, se prevé que una posible solución podría ser el uso de nanoacarreadores, moléculas que pueden servir como una cápsula transportadora que los haga invisibles para el sistema inmune, tal y como lo haría un submarino antirradar para evitar ser detectado, y así poder generar el efecto deseado contra las bacterias que causen alguna infección (Lima *et al.*, 2019).

En cuanto a la dosificación, podría representar todo un reto en materia de seguridad porque los fagos poseen la capacidad de transferir ADN de una bacteria a otra. Previo a su uso, habría que modificarlos genéticamente con el fin de que carezcan de dicha capacidad (Furfaro *et al.*, 2018).

Al ser altamente específicos, ante una infección, la etiología bacteriana debería ser inmediatamente determinada, ya que su especificidad podría representar una limitación para aquellas enfermedades causadas por infecciones polimicrobiales. Es decir, aquellas bacterias que poseen inmunidad contra una gama diversa de antibióticos; sin embargo, se ha planteado que la terapia puede ser basada en un coctel de múltiples fagos específicos, con el fin de abarcar el mayor número de especies posibles causantes de infecciones clínicas (Reina y Reina, 2018).

Por otro lado, la naturaleza autorreplicativa de los fagos y la disponibilidad de procesos de producción simples, rápidos y de bajo costo presentan ventajas adicionales para su uso como una terapia antimicrobiana asequible y eficaz (Pires *et al.*, 2016).



DESAFÍOS LEGALES EN MEDICINA

En materia de fagoterapia, en 2008 la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA por sus siglas en inglés) aprobó el primer ensayo clínico (número de registro *NCT00663091*), donde se evaluó la eficacia y seguridad de la preparación de fagos *WPP-201* para el tratamiento de úlceras venosas de la pierna. Esta preparación comprendía ocho bacteriófagos líticos para las bacterias *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*. A pesar de que no se observaron efectos adversos ante la administración de la terapia, el estudio no continuó a fases de investigación subsecuentes (Rhoads *et al.*, 2009).

La fagoterapia continúa sin ser completamente regulada por las autoridades sanitarias, lo cual se puede observar en el poco número de ensayos clínicos registrados en el Instituto Nacional de Salud de los Estados Unidos (NIH por sus siglas en inglés). Únicamente han sido registrados 15 ensayos clínicos. De éstos, sólo uno ha llegado hasta la fase III. Los restantes han sido retirados o llevados hasta la fase I/II de investigación, e incluso los resultados derivados de dichas investigaciones continúan sin ser publicados. Por lo tanto, continúa la expectativa de los efectos benéficos de esta terapia (Chen *et al.*, 2019; Reina y Reina, 2018).

Es notable el poco desarrollo en materia de investigación clínica en



torno a este tipo de terapias. Con todo, uno de los motivos por los cuales aún no hay alguna fagoterapia para uso humano en el mercado es debido a que, en la Unión Europea y en los Estados Unidos, los bacteriófagos han sido clasificados como productos medicinales, por lo que se requieren estudios clínicos estrictos y procedimientos de aprobación complicados (Chen *et al.*, 2019). Sin embargo, se prevé que en un futuro esto cambie.

Otro de los puntos que debe continuar analizándose desde el ámbito de seguridad es que existe la posibilidad de que algunas bacterias generen resistencia contra los fagos mediante la modificación de los sitios diana (receptores celulares de membrana) que permiten la unión del fago a la bacteria. Sin embargo, esta limitación puede ser superada por medio de la edición genética de los fagos (Reina y Reina, 2018).

CONCLUSIÓN

A pesar de que esta estrategia pudiese resultar novedosa, su uso existe desde hace casi cien años, primordialmente en países de Europa Oriental. Sin embargo, a pesar de su enorme potencial como alternativa contra las bacterias multirresistentes, aún no es ampliamente aceptada en Occidente debido quizá al extenso uso y sobreuso de medicamentos por parte de la población. Como toda terapia, ésta también presenta una serie de retos que han causado que aún no sea comercializada o usada de manera cotidiana en pacientes, por lo que se han encaminado grupos de investigación

para probar su eficacia y seguridad en las diferentes infecciones por bacterias patógenas.

El aumento exponencial de resistencia a antibióticos continuará impulsando a la comunidad médica y científica a explorar ésta y otras alternativas para el tratamiento de enfermedades. Por esto es importante que seamos conscientes y evitemos el uso indebido de antibióticos con el fin de impedir que más bacterias adquieran estos mecanismos de supervivencia. De esta manera se logrará que la terapia farmacológica contra este tipo de infecciones sea eficaz por más tiempo.

AGRADECIMIENTOS

Por la revisión de la redacción al Est. LLH. Ángel Gamaliel Figón Minor de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

REFERENCIAS

Calvo, J., y Martínez-Martínez, L. (2009). Mecanismos de acción de los antimicrobianos. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*. 27(1):44-52.
Centers for Disease Control and Prevention. (2014). *Antibiotic Resistance Threats in the United States*. Chicago. EE. UU.
Chen, Y., Batra, H., Dong, J., *et al.* (2019). Genetic Engineering of Bacteriophages Against Infectious Diseases. *Front. Microbiol.* 10(954):1-9.

Chiou C.C., y Hseih K.S. (2003) Pneumococcal infection in children: rational antibiotic choice for drug-resistant *Streptococcus pneumoniae*. *Acta Paediatr Taiwan*. 44(2):67-74.
Dresler, A., Wirtz, V., Corbett, K., *et al.* (2008) Uso de antibióticos en México: revisión de problemas y políticas. *Salud Pública de México*. 50(4):480-487.
Furfaro, L., Payne, M., y Chang, B. (2018). Bacteriophage Therapy: Clinical Trials and Regulatory Hurdles. *Front. Cell. Infect. Microbiol.* 8(376), pp. 1-5.
Leitner, L., Sybesma, W., Chanishvili, N., *et al.* (2017). Bacteriophages for treating urinary tract infections in patients undergoing transurethral resection of the prostate: a randomized, placebo-controlled, double-blind clinical trial. *BMC urology*. 17(1):90.
Lima, R., Sá Del Fiol, F., y Balcão, V. (2019). Prospects for the Use of New Technologies to Combat Multi-drug-Resistant Bacteria. *Frontiers in Pharmacology*. 692(10):3-10.
Pires, D., Cleto, S., Sillankorva, S., *et al.* (2016) Genetically Engineered Phages: a Review of Advances over the Last Decade. *Microbiol Mol Biol Rev*. 80(3):523-543.
Reina, J. y Reina, N. (2018). Fagoterapia ¿una alternativa a la antibioticoterapia? *Rev Esp Quimioter*. 31(2):101-104.
Rhoads, D., Wolcott, D., Kuskowski, M., *et al.* (2009). Bacteriophage therapy of venous leg ulcers in humans: results of a phase I safety trial. *Journal of wound care*. 18(6):237-243.
Serra, M.A.V. (2017). La resistencia microbiana en el contexto actual y la importancia del conocimiento y aplicación en la política antimicrobiana. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*. 16(3):402-419.

Docencia e investigación en la construcción del servicio de calidad en Otorrinolaringología en el Hospital Manuel Gea González.

Entrevista al doctor José Refugio Arrieta Gómez

MARÍA JOSEFA SANTOS CORRAL*



José R. Arrieta Gómez estudió Medicina en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y en la Universidad Nacional Autónoma de México, tiene una especialidad en Otorrinolaringología en el Centro Médico Nacional del Instituto Mexicano del Seguro Social y una subespecialidad en Cirugía Cráneo facial bajo la tutela del Dr. Fernando Ortiz Monasterio. Es integrante del Consejo Mexicano de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello desde 1984, donde ha sido presidente en dos ocasiones; también fungió como presidente de la Sociedad Médico Quirúrgica del Hospital General Dr. Manuel Gea González, de la Sociedad Mexicana de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello, A.C., y de la Sociedad Mexicana de Rinología y Cirugía Estética Facial, A.C.

Ha sido jefe del Servicio de Otorrinolaringología del Hospital General Dr. Manuel Gea González en dos periodos (1981-1996 y 1999 a 2007), donde impulsó la cirugía nasal y endoscópica de los senos paranasales, siendo el primero en México en desarrollar la cirugía endoscópica de oído. Ha sido profesor titular en pregrado y posgrado en Otorrinolaringología de la UNAM. Tiene 65 artículos publicados en revistas nacionales e internacionales y ha impartido numerosas conferencias en México y en el extranjero. Es coautor del libro *Práctica de la Otorrinolaringología y cirugía de cabeza y cuello* (2012) y ha colaborado con capítulos en libros de su especialidad. Actualmente se desempeña como médico consultante e investigador en la División de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello del Hospital General Dr. Manuel Gea González, además de ser director de la Clínica Roma Cirugía de Corta Estancia, S.A de C.V., desde 2000.

*Universidad Nacional Autónoma de México.
Contacto: mjsantos@sociales.unam.mx



¿Cómo descubre su vocación de médico?

Descubrí mi vocación desde pequeño gracias a mi mamá, quien, aunque no tenía formación médica, era ama de casa y empresaria, siempre estaba ayudando a los demás. Era muy altruista. Atendía a la gente del pueblo, los curaba, los inyectaba. Por ejemplo, me acuerdo de alguien a quien mordió un perro, la herida se infectó y mamá lo curó con yodo diluido y agua oxigenada, que era lo que había entonces. Desde la secundaria ingresé a la Universidad de Hidalgo, concretamente al Instituto Científico Literario del Estado de Hidalgo. Al llegar a la preparatoria escogías en qué área querías seguir, como ya sabía de mi vocación, me decidí por Medicina. No tuve problema para ingresar a esa escuela porque tanto en la secundaria como en la preparatoria mantuve buen promedio, lo que te daba una suerte de pase automático. La Escuela de Medicina tenía un convenio de colaboración con otras instituciones de educación superior, los primeros tres años se estudiaban en Hidalgo y después, nuevamente dependiendo del promedio, te enviaban a terminar a otras universidades, arriba de 8.5 te enviaban a la UNAM, donde yo finalicé mis estudios.



¿Qué lo lleva a decidir por la Otorrinolaringología?

Al cursar la carrera de Medicina roté en diferentes áreas, y lo que más me entusiasmó fue ginecoobstetricia. Incluso hacía guardias extras en el Seguro Social. Gracias a ese entusiasmo como estudiante me enseñaron a hacer episiotomías y poner fórceps (cosa que aprendían en el segundo o tercer año de especialidad), incluso los médicos de base creían que yo era residente. Me tocó hacer el servicio social en un hospital tipo B en Chapulhuacán, en la Sierra Alta de la Huasteca hidalguense, donde daba consulta y atendía partos, era el único médico para 20 mil personas. Ahí, entusiasmado como estaba en la ginecobstetricia, hice una campaña para atender partos dentro del hospital, cosa que los habitantes no acostumbraban, con ello llegaron muchísimas mujeres a tener a sus hijos, lo cual generó una gran carga de trabajo.

En la labor me ayudaba mi esposa Mary, pues, aunque había enfermeras, ella recibía a los niños, los aspiraba, etcétera, hacía las veces de una neonatóloga. Fue tanta la carga que pensé, ni siquiera soy especialista y atiendo a mucha



gente, ni imaginar lo que sucederá cuando sea yo “famoso”, no tendré tiempo de nada. Así, decidí buscar otra especialidad porque lo que en principio me había gustado era muy demandante. Siempre me atrajo la cirugía, así que con eso en mente repasé distintas especialidades hasta que llegué a Otorrinolaringología, aunque cuando me topé con los otorrinolaringólogos, su especialidad era todavía limitada. Sin embargo, me di cuenta de que la práctica podría ampliarse a cirugía de cabeza y cuello y eso me interesó. No me equivoqué en esta nueva selección, aquí estoy.

Después el problema era dónde estudiar, la mejor sede era el Centro Médico Nacional y después el Hospital de la Raza. Me decidí por el primero, tuve que hacer un año de internado de posgrado y posteriormente un examen para entrar a la especialidad, pues había mucha demanda, pero lo logré.



¿Cómo iniciar un área de cirugía en un hospital público?

Cuando llegué al Gea González no había prácticamente nada. Si queríamos operar no había recursos. Los fuimos adquiriendo con el apoyo de los distintos directores que veían que nuestra área iba floreciendo, le echábamos muchas ganas. A lo largo de varios años fuimos cambiando de espacios y nos fueron equipando hasta que tuvimos mejores equipos que el Centro Médico Nacional. Después proyectamos un servicio más grande, el cual se inauguró hasta 2014, aunque el proyecto lo hicimos nosotros (antes de 2007). En la nueva torre del Hospital Gea tenemos un muy buen espacio y bien equipado. El sueño se convirtió en realidad y la ventaja es que sigo participando en el servicio.



¿Cómo construye su red de trabajo en la nueva especialidad?

Al salir de la especialidad tuve la opción de quedarme en el Centro Médico Nacional, pero éste era un hospital que ya estaba formado y yo quería desarrollar algo. Así que encontré la posibilidad de ir al Hospital Gea González por recomendación de una audióloga, la doctora Gabriela Torres, quien trabajaba en el Centro Médico Nacional y era muy amiga del doctor Prado (el primer jefe de servicio del área). La doctora me contactó con él y mi presencia le cayó de maravilla porque él estaba solo en el servicio de Otorrino.

Cuando llegué no había prácticamente nada. Si queríamos operar no había recursos.

Al llegar comparé con lo que tenía en el Centro Médico y dije hídole, esto es un reto, del otro lado ya estaba todo marchando.

Después tuve varias ofertas del Seguro Social, donde me ofrecieron también quedarme en varios hospitales y en distintos turnos por mis altas calificaciones en la especialidad. Rechacé varias oportunidades, Piedras Negras, Coahuila, Naucalpan, Clínica 8 en la CDMX, hasta que me ofrecieron la plaza como la que quería en el sur de la ciudad y en horario vespertino. Así tenía dos plazas, la del Gea por la mañana y la del Seguro Social por la tarde, además de mi consultorio después de las nueve de la noche. Como empecé a tener muchos pacientes quise dejar mi trabajo del Seguro Social pues no significaba ningún reto profesional, pero el director de la clínica me pidió que no me fuera, y me dio horario nocturno para encargarme de Pediatría, de lo que también sabía pues había trabajado en ello varios meses (las minas de sal le decíamos a Pediatría y Obstetricia porque trabajabas horrores).

Así me cambié a las noches y en esta condición trabajé durante varios años. Adicionalmente a mi turno de la noche, y como no tenían un área de Otorrinolaringología, me ofrecieron otro trabajo sólo por dos horas. Así tenía cuatro trabajos, el Gea en las mañanas, mi consulta en las tardes, Otorrino también en las tardes y urgencias en la noche. Después de trabajar 16 años en el Seguro renuncié, a pesar de las muchas facilidades que me dieron, como la de hacer una especialidad en cirugía craneofacial con el doctor Ortiz Monasterio, de quien estuve muy cerca y aprendí mucho. La idea era integrar el servicio de craneofacial en el Centro Médico Nacional. Fue una gran experiencia. Sin embargo, con el sismo del 1985 y la caída del Centro Médico Nacional ya no se pudo continuar con el proyecto. Fue entonces cuando me despedí y me dejaron ir y gracias a ello me concentré más en el desarrollo del Gea.

Para lograr integrar el servicio de Otorrinolaringología que tenemos ahora en el hospital, primero que nada, fue muy importante la labor del doctor Prado (primer jefe del servicio) para conseguir recursos humanos, técnicos y espacios. Con la idea de hacer de nuestro servicio uno donde pudiera hacerse residencia buscamos un lugar más grande, el doctor tenía buena relación con el director del hospital y mucha participación en el sindicato. Gracias a ello



consiguió un área más grande para el servicio con tres consultorios y una oficina. Luego comenzaron a contratar más médicos. El primero en llegar fue el doctor Miguel Ángel García, para hacerse cargo de cirugía de cuello, que fue una especialidad que el área de Otorrino ganó para sí, pues anteriormente ésta era practicada por los cirujanos generales.

Para lograr atraer esta cirugía empecé por solicitar una participación en una operación especialmente complicada, y al tener éxito, comenzaron a confiar en nuestro servicio hasta que, al jubilarse el jefe de Cirugía, nos empezaron a remitir todas las cirugías de cuello y ahora son parte de Otorrino. Después llegó otra doctora del Centro Médico Nacional. Luego, al salir el doctor Corvera del Centro Médico Nacional, pensamos en traerlo al Gea, con todo y su cátedra de Otorrinolaringología en el posgrado de Medicina de la UNAM. Cuando llegó, el doctor Prado ya era subdirector y yo jefe del servicio de Otorrino y teníamos cuatro médicos. Con este equipo y la cátedra echamos a andar la especialidad. Hicimos un pacto en el que yo manejaba todo, aunque el doctor Corvera era el titular ante el posgrado. Él lo aceptó porque le gustaba la neurootología y le compramos un aparato nuevo, con lo que estaba muy feliz.



¿Cómo se inicia la especialidad de Otorrinolaringología en el Hospital Gea González?

Desde que inicié como adjunto de pregrado yo coordinaba todo. Mi idea era hacer el mejor servicio de otorrino. Para lo que además de tener buenos equipos, espacios y médicos, teníamos que atraer a buenos residentes. En un principio los residentes los pagó el Hospital Gea, que les daba una beca, hasta que la Secretaría de Salud nos aceptó como sede gracias a las relaciones de los doctores Prado y Corvera. Empezamos con tres residentes en el primer año. El reto era tener calidad en enseñanza. Por supuesto la UNAM tiene un plan de estudios, exige ciertas destrezas y tiene lineamientos, pero para darle la calidad (el sello) a nuestra especialidad, me sirvió haberme formado con el doctor Ortiz Monasterio, del que aprendí no sólo cómo hacer una cirugía, sino la lógica de integrar grupos.

Al entrar a sus sesiones aprendí la manera de construir un buen servicio. Por otro lado, conocí el funcionamiento del Hospital Central Militar, donde era amigo del jefe del servicio de Otorrino que se encontraba muy bien organi-

Empezamos con tres residentes en el primer año. El reto era tener calidad en enseñanza

zado y era el número uno, sus alumnos obtenían siempre los primeros lugares del Consejo. Aprendí los sistemas de ambos, los repliqué e hice una síntesis para nuestro servicio: sesiones clínicas, bibliográficas, presentación de casos clínicos, y fui integrando las clínicas de especialidades de las que se encargaban los médicos de base, cosa que no ocurría en la mayor parte de los hospitales de México. Con ello coroné un equipo e incorporé a los estudiantes.

También logré superar los dos modelos agregándoles valor. Por ejemplo, había dos tratados en otorrino que eran la base para los exámenes del consejo, así, con el fin de que los estudiantes los conocieran bien, lo que hice fue que a cada adscrito le tocaba hacer un examen de 100 páginas de los libros, con lo que tenían la posibilidad de repasarlos dos veces. Gracias a ello, nuestros alumnos empezaron a sobresalir en los exámenes y comenzamos a competir con el Hospital Central Militar. A veces sus alumnos obtenían el primer lugar, en ocasiones los nuestros, pero siempre quedábamos en los primeros diez lugares y prácticamente nuestros alumnos no reprobaban. Obtuvimos fama de muy buena enseñanza a lo que se sumaba una buena práctica pues nos sobraban pacientes.

El tener tantos pacientes, si bien en principio supone una oportunidad, también es un problema, porque podemos saturarnos y con ello brindar un mal servicio pues, aunque limitamos la consulta, de ésta se derivan cirugías y para atender las de Otorrinolaringología sólo teníamos entre dos y cinco camas, lo que limitaba mucho el número de procedimientos. Contar con una enseñanza teórica y práctica muy buena hizo que adquiriéramos fama a nivel nacional e internacional, con lo que llegaron alumnos de Centro y Sudamérica. La sede del Gea fue muy solicitada, por lo que desde el principio escogimos a los mejores estudiantes. Ahora tenemos cuatro alumnos al año, lo que hace un total de 16 en los cuatro años de la especialidad, y siete médicos en distintas clínicas (nariz, senos paranasales, foniatría, audiología, dos de oídos y el jefe del servicio que es además quien coordina la clínica del sueño), con lo que estamos muy completos. De dos médicos que empezamos ahora hay 23.

Otra cosa que quiero señalar es que, además de buena formación académica procuramos dar a los estudiantes una buena formación ética, para que traten a los pacien-



tes como personas, no como números, y sean respetuosos y agradecidos con ellos, sin olvidar que es gracias a los pacientes que los residentes pueden formarse.



¿Cómo combinar el servicio médico, la docencia y la investigación, qué retos supone?

La investigación en México es muy difícil y más que los médicos publiquen. Esto se debe a dos cosas: la primera, al exceso de trabajo de asistencia en el servicio. En segundo lugar, en los hospitales de enseñanza tienes que dedicarle mucho tiempo a la docencia y queda poco para la investigación. En principio, en el Hospital Gea teníamos que cumplir con el trabajo de investigación que suponen las tesis de los residentes, pero con ello no necesariamente cubríamos la calidad de investigación a la que aspirábamos. En ocasiones, las tesis sólo eran trabajos de revisión que en este momento ya ni siquiera autorizamos.

Por otro lado, el jefe de la división, que es quien suele estar a cargo de la supervisión de la investigación, hace muchas labores administrativas: coordina el posgrado, el servicio, hace papeleo, a veces atiende a pacientes, opera, por lo que no suele tener tiempo para la investigación. Sin embargo, a pesar de todo lo anterior se hacía investigación y casi siempre ganábamos premios en los congresos. Con el nombramiento del doctor Manuel Prado Calleros (hijo del doctor Prado) como director de Enseñanza e Investigación del Hospital Gea fui invitado, en 2014, a echarle la mano en el tema de la investigación porque estaba muy atrasado con las tesis y trabajos y quería que se hicieran mejores investigaciones. Acepté ir como voluntario sin pago ni horario pues, aunque es agradable volver al hospital, todo tiene su época. Después invitamos a una exalumna del Gea, la doctora Vázquez, quien hizo neurootología y tiene una maestría en Investigación. Aceptó también apoyarnos con las mismas condiciones (sin sueldo, ni horario). Así combinamos las dos experiencias, la mía en clínica y la de ella en investigación.

El compromiso es que todo lo que hagamos es para publicarse y, dependiendo de la calidad de los trabajos, se envían a distintas revistas. Procuramos ir haciendo protocolos con más trascendencia. Eliminamos tesis de revisión y hacemos protocolos que sirvan de algo. Acompañamos

Me gustó la investigación, sabía que si no le dedicábamos tiempo y recursos no podríamos estar en punta.

a médicos y residentes en todo el proceso, hasta revisar el artículo que se enviará a la revista que, con nosotros, pasa un primer filtro.

La investigación para mí es la cereza del pastel, puedes ser muy bueno en la asistencia, pero sólo con eso no vas a trascender, lo mismo ocurre con la enseñanza, la única manera de trascender es publicar buenos trabajos de investigación, porque lo que se queda escrito, escrito está, y la calidad de la investigación, de los artículos que publicas, es lo que distingue a un hospital de otro. El propósito de que yo esté ahí es también poner el ejemplo a todas las áreas del hospital, que vean la diferencia en la calidad de las publicaciones cuando se cuenta con alguien que supervisa el proceso y en lo posible se contagien. Adicionalmente, siempre me gustó la investigación, sabía que si no le dedicábamos tiempo y recursos no podríamos estar en punta. Además, como me gustó mucho la enseñanza y la investigación, ahora en el Gea también estoy en las sesiones de los casos clínicos y de tratamientos problemáticos. Tengo un nombramiento en la UNAM como médico colaborador y un nombramiento en el hospital como médico consultante, que es el grado máximo que puedes tener en el Gea y para obtenerlo necesitas una buena trayectoria académica. A pesar de que siempre me ha gustado la investigación, hasta ahora me he podido dedicar a ella pues como jefe de Servicio tienes muchas responsabilidades y poco tiempo.

Una prueba de lo que en el área de Otorrinolaringología estamos haciendo en materia de investigación es que en el hospital hay un premio llamado Gea Puis, el cual antes sólo ganaba cirugía plástica y dermatología, aunque competieran todos los servicios, ahora nosotros estamos en la competencia. Tengo que aclarar que ni la doctora Vázquez ni yo firmamos los trabajos, los firman los residentes y los médicos, pues muchos de ellos están en el SNI y les sirve la producción de artículos.



¿Qué le ha dado el Hospital Gea González al doctor Arrieta y usted qué le ha dado al Hospital?

El Gea me ha dado trabajo y mucho apoyo. Todos los directores nos apoyaron para construir y consolidar el servicio de Otorrinolaringología. Como demostrábamos que lo hacíamos bien, y tejí buenas relaciones con los directores,



conseguí el apoyo que necesitábamos para progresar. Trataba de ir más adelante que los demás servicios, trabajando mucho. Con ello logré cumplir mi sueño, que se materializó en 2014 con la inauguración de la nueva torre, que está equipada con tecnología de última generación y donde el servicio de Otorrinolaringología tiene un buen espacio. También me dio la oportunidad de estar cerca de grandes médicos como el doctor Ortiz Monasterio, de quien aprendí mucho, y del doctor Corvera, que estaba muy preparado y que nos dio la pauta para la residencia.

El Gea me dio todo y, en correspondencia, yo le di todo al Gea. Toda mi dedicación, mi experiencia, mi voluntad y mi capacidad para formar especialistas de calidad ética y técnica. Un médico que sale de nuestro posgrado tiene las puertas abiertas en todos los hospitales. Siempre les decía a los residentes que me importaba más que fueran éticos que técnicos. Para ello les he dado un ejemplo de respeto y agradecimiento a los pacientes que son el objetivo de mi ser. Contribuí también con el lema del servicio de otorrino: "Superarse para servir".



CONVOCATORIA CIENCIAS EXACTAS

La revista *Ciencia UANL* es una publicación bimestral, cuyo objetivo es difundir y divulgar la producción científica, tecnológica y de conocimiento en los ámbitos académico, científico, tecnológico, social y empresarial.

 **Recepción de trabajos del 15 de octubre al 10 de diciembre de 2020. Eje temático: Ciencias exactas.**

 **Recibiremos artículos divulgativos y académicos, reseñas, así como obra artística (cuento, fotografía, dibujos, entre otros).**

 El dictamen se sujeta al procedimiento conocido como "Par de ciegos".

 Las colaboraciones deben respetar los lineamientos de la revista: http://cienciauanl.uanl.mx/?page_id=524

 **La fecha límite para la entrega de trabajos es el 10 de diciembre de 2020.**

 **Enviar los trabajos a: revista.ciencia@uanl.mx**





EL DÍA MUNDIAL DEL MEDIO AMBIENTE: CUANDO LA NATURALEZA SE HIZO ESCUCHAR

Pedro César Cantú Martínez*

El Día Mundial del Medio Ambiente fue erigido en 1974, y cada 5 de junio se incentiva la realización de actividades y, particularmente, se fomenta la importancia que el entorno natural tiene para la sociedad humana, y llevar así una reflexión multisectorial por parte de la Organización de las Naciones Unidas (ONU). Expresado en otras palabras, el propósito es llamar la atención hacia la implementación de políticas internacionales que conlleven acciones que propicien lograr un futuro más próspero para todos los pueblos de mundo. Sin embargo, también hace alusión a que identifiquemos el rostro humano con el que cuentan todas las problemáticas ambientales que se suscitan actualmente (Cantú-Martínez, 2018).

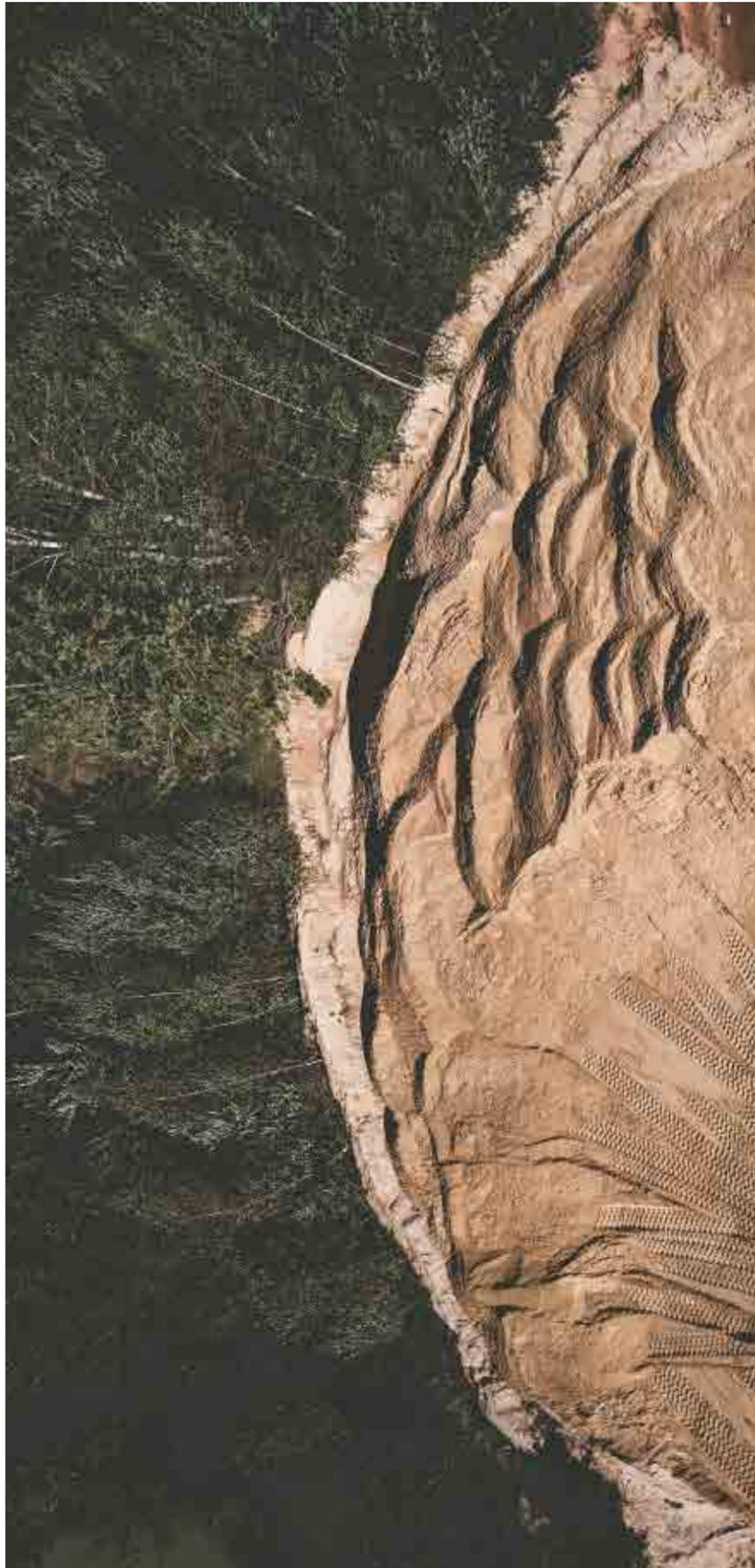
Es así que hoy en día hemos notado cómo el entorno natural claudica frente al avance del crecimiento de la población en el mundo y del avance del desarrollo tecnológico al extraer de sus entrañas –de forma acelerada– todo tipo de recursos para satisfacer las demandas de una sociedad humana insaciable. Recordemos, actividades tan simples como las cotidianas están deteriorando paulatinamente los tres elementos –agua, aire y suelo– que, conjugados, originan el proceso de la génesis de la vida. Estas actuaciones están produciendo gradualmente un declive de las capacidades naturales para mantener la existencia de la vida.

* Universidad Autónoma de Nuevo León.
Contacto: cantup@hotmail.com



Ante lo anterior, se torna prudente y razonable en el momento aspirar a estilos de desarrollo y vida menos devastadores, tanto en el plano global, nacional como local, ya que la inserción del ser humano en la naturaleza ha generado alteraciones en los procesos biológicos, químicos y físicos, que son los encargados de promover los mecanismos que transcriben los procesos fundamentales y naturales de la vida misma. Por lo tanto, tenemos que reconocer que la especie humana cuenta con una huella inusitada que está empujando un enrarecimiento de los sistemas naturales mediante la inserción de materiales, extraños o no, en éstos, que por sus cualidades o cantidades nos están cada vez más acercando a un colapso ambiental (Frandsen, 2013).

Esta realidad es producto del utilitarismo que lleva a cabo el ser humano de su entorno natural, y hace repensar si el lugar que ocupa y su relación con la naturaleza debe ser ahora concebido como un pequeño espacio que es finito y que se ve comprometido por todas las actividades humanas. Esto cuestionaría si somos verdaderamente una especie pensante o bien, diferente a los demás organismos como para no depender de la naturaleza. En este manuscrito intentamos explorar distintos ángulos de esta relación ser humano-naturaleza, a raíz de la celebración del Día del Medio Ambiente en tiempos de la contingencia por COVID-19.



ANTECEDENTES Y NUMERALIA

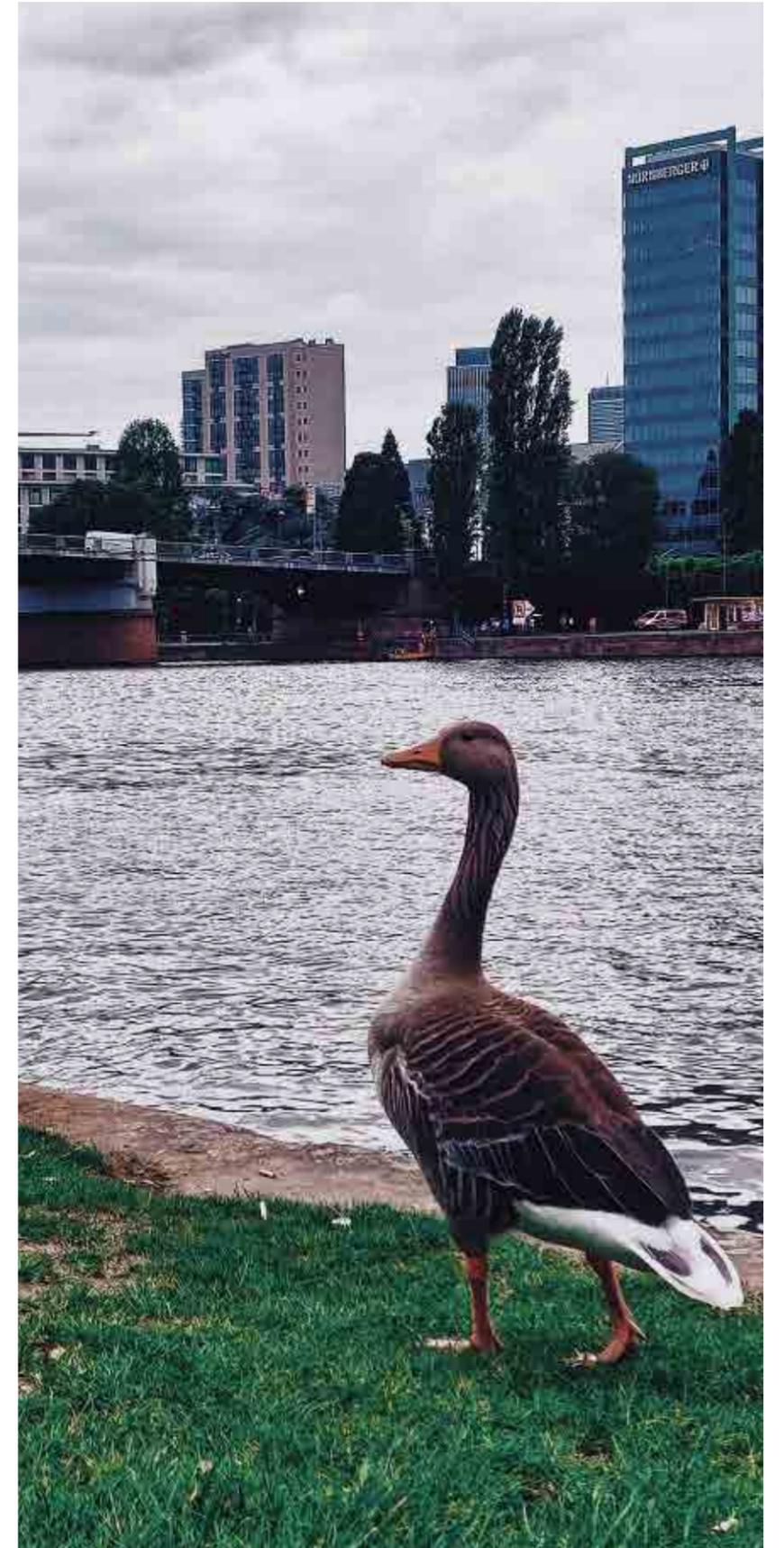
Es en el marco de las estadísticas, en las que podemos dimensionar el impacto que sólo el ser humano tiene sobre el entorno natural, por lo cual avistemos que es el único ser viviente capaz de transformar y perturbar el ambiente de manera consciente, de tal manera que ha erigido un modo de constituirse como sociedad en el cual deconstruye la realidad natural y la reconstruye en otra con dimensiones económicas, políticas, culturales y sociales. Esta nueva concepción de ambiente es engañosa, ya que el supuesto que lo sostiene como constructo se soporta en hacer pensar que este otro ambiente construido está por encima de la virtuosa organización natural (Cantú-Martínez, 2020).

Por ello se impone indicar cuál ha sido la brutalidad con la que se ha desenvuelto el ser humano frente a la naturaleza, así como en innumerables ocasiones contra los miembros de su propia especie. Esta brutalidad que el mismo Platón identificaba como una fuerza lóbrega que tiende a perturbar y convertir al ser humano en un ser perverso (Midgley, 1978). Por ejemplo, el Banco Mundial (2109, párr. 3) asevera que 70% de los sistemas naturales están disminuyendo por la incorrecta gestión realizada por el ser humano, señalando además que la “naturaleza está bajo amenaza y 1 millón de especies de animales y plantas, de un total estimado de 8 millones, están en riesgo de extinción”.

En este mismo rubro, el estudio *Global Environment Outlook Geo-6 Healthy Planet, Healthy People*, menciona que la biodiversidad está siendo abatida por el ser humano mediante la explotación directa que se hace de ella, así como por el uso de cambio de suelo que promueve la pérdida de los espacios naturales, además de la contaminación que hace en ellos (UN Environment, 2019).

De esta misma manera, la Organización Meteorológica Mundial (2020:5) comenta que en 2018 “las fracciones molares atmosféricas a escala mundial de los gases de efecto invernadero alcanzaron niveles sin precedentes” por las actividades industriales que mantiene la humanidad, por lo tanto esto está cambiando la composición atmosférica de sus elementos, con consecuencias tanto para el ambiente como para el propio ser humano. Además, la Organización Mundial de la Salud (2017) indicó que 25% de las defunciones –que reside en 1.7 millones– en el mundo de niños menores de 5 años son producto de la contaminación ambiental, entre ella la del aire que compromete su sistema inmunitario.

Mientras el Departamento de Salud Pública, Medio Ambiente y Determinantes Sociales de la Salud de la OMS (2018) advierte que 90% de las personas en el mundo inhalan altos niveles de contaminantes y que alrededor de 7 millones de individuos en el mundo fallecen anualmente por la contaminación del aire, lo que representaría 5.5% de la población mexicana y que de mantenerse en esas cifras anuales –sin aumento– equivaldría que en 18 años la totalidad de la población mexicana pereciera.



Por otra parte, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO (2016:13) documenta que la “agricultura comercial originó casi 70% de la deforestación en América Latina en el periodo 2000-2010”, donde se evidencia la práctica de cultivos extensivos de soja y plantaciones aceiteras como factores principales –entre otros– que motivan la deforestación. Asimismo, agrega que en Asia Sudoriental, las masas boscosas naturales están claudicando dramáticamente ante la incentivación de remplazarlas por la producción de biocombustibles.

Indistintamente de las actividades antropogénicas, esto ha conllevado en el concierto mundial a una pérdida de bosques de 129 millones de hectáreas en el periodo de 1990 y 2015, lo cual es equivalente a 66% del territorio mexicano. De la misma forma, indica UN Environment (2019) que la producción de alimentos es el mayor uso antropogénico de la tierra, lo que representa 50% de la tierra habitable, y añade que aproximadamente un tercio de los alimentos producidos a nivel mundial para el consumo humano se pierden o se desperdician.

Al mismo tiempo, el extractivismo ha ido avanzando, como indica Gudyenas (2014), esta actividad antropogénica consta de cuatro etapas. La primera que se dio en el colonialismo, la segunda, con el surgimiento de la Revolución Industrial en el siglo VIII, la tercera, que se ostenta en la minería, los monocultivos e industria petroquímica, la cual es sostenida por el progreso tecnológico y de la maquinaria empleada, la cuarta y última, que se encuentra en la actualidad arruinando de manera considerable los sistemas naturales para lograr



conseguir aquello –materias primas– que se han propuesto. Una muestra de ello es el uso del *fracking*, un método que consiste en realizar cientos de pozos e inyectar millones de litros de agua acompañado de sustancias químicas tóxicas para extraer el gas natural, no importando las consecuencias ambientales.

Adicionalmente, esta actividad ha causado tensiones y disputas a gran escala entre los grandes corporativos y las minorías étnicas, donde lo que menos importa a los consorcios internacionales son los ecosistemas intervenidos, ya que sólo les interesa el recurso obtenido: petróleo, oro, plata, entre otros, así se suscita en la extracción minera, energética y agrícola con grandes extensiones de monocultivos, por ejemplo, la soja, como ya lo mencionamos.

En tanto, las minorías étnicas apelan ante las instancias gubernamentales nacionales, así como a las entidades internacionales para hacer prevalecer la integridad de sus entornos naturales, como está sucediendo en México, Brasil, Bolivia, Paraguay, Colombia, Ecuador, Perú, Argentina, Venezuela, Chile y Uruguay de forma ostensible (Cantú-Martínez, 2019). En este sentido, la Fundación Heinrich-Böll-Stiftung (2014) indica que México exporta principalmente (77.6%) sus materias primas obtenidas de suelo mexicano a Estados Unidos, a la Unión Europea (6%) y a Canadá (2.9%), entre las que encontramos maíz, caña de azúcar, minerales, metales, carbón, petróleo y gas natural.

En relación al uso desmedido del recurso hídrico, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la

Ciencia y la Cultura-UNESCO (2019:2) ha revelado que el “uso del agua ha venido aumentando 1% anual en todo el mundo desde los años ochenta del siglo pasado, impulsado por una combinación de aumento de la población, desarrollo socioeconómico y cambio en los modelos de consumo”. Y con ello se han intensificado los estragos en los sistemas naturales, no sólo por el consumo, además por cambiar los cursos de agua para represarla, alterando así la dinámica hidrológica natural, que posteriormente se manifiesta en eventos que incrementan los efectos del cambio climático.

También debemos considerar la inserción de contaminantes que hacemos en el agua, la UN Environment (2019) advierte que actualmente subsiste un grave problema motivado por nuevos contaminantes que emanan de los procesos productivos de nuestra sociedad, los cuales no se pueden eliminar mediante la tecnología actual de tratamiento de aguas, por lo cual se yergue una honda preocupación. Entre estos contaminantes tenemos residuos de productos farmacéuticos, pesticidas, desinfectantes, retardantes de fuego, algunos metabolitos de los detergentes y los microplásticos.

Finalmente, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales-UICN (2020) señala que esta situación emerge durante el siglo XX, cuando las autoridades internacionales tomadoras de decisiones en el concierto político consideraron la conservación del entorno natural con desdén, desgano y no como un asunto central de las agendas, promovido esto por la insaciable sed de poder socioeconómico que lamentablemente aún prevalece.



VISIÓN HOLÍSTICA DE LA RELACIÓN DEL SER HUMANO-NATURALEZA

Haciendo una reflexión sobre lo antes expuesto, podemos indicar que el ser humano tiene una forma de valorar su relación con la naturaleza totalmente impropia, la cual fundamentalmente se sostiene, como indica Frandsen (2013:75), en el evento de haber catalogado y establecido “como signos de inteligencia los que corresponden a su modalidad de inteligencia, confundiendo entonces la forma con la esencia: al no encontrar la misma modalidad de expresión en los animales, les niega la posesión de la cualidad”.

El ser humano ha extendido esto a todo ser vivo y por lo tanto a la naturaleza misma, con lo cual se manifiesta no la presencia o inexistencia de inteligencia en el entorno natural y sus componentes, sino que deja entrever las dificultades, limitaciones, incapacidades e ignorancia del propio ser humano para comprender y razonar que pueden subsistir otros tipos de pensamiento racional y propósitos de vida en el medio natural distintos al nuestro. Esto se puede observar, como lo señalan Surasky y Morosi (2013:5), cuando hacen alusión a:

Sir Francis Bacon (1561-1626), padre del empirismo y uno de los

primeros impulsores del método de estudio científico, llamaba a que “la ciencia torture a la Naturaleza, como lo hacía el Santo Oficio de la Inquisición con sus reos, para conseguir develar el último de sus secretos” [...] En las hogueras de esa misma Inquisición ardía en 1600 Giordano Bruno [filósofo y astrónomo italiano] por sostener su visión de que la tierra es vida y tiene alma; por lo que tuvo que enfrentar la acusación de “panteísmo”.

Es pertinente aclarar que el panteísmo –de lo cual fue acusado Bruno– se erige como una corriente filosófica que concibe el mundo en el cual tanto el universo, la naturaleza y aquello que los monoteístas denominan como Dios, representan lo mismo. Esta irracionalidad, adicionalmente queda asentada en el hecho de soslayar la dependencia que el ser humano tiene del entorno natural para la adecuada consecución de su propia vida. Igualmente se muestra por los escenarios que nos asedian en la actualidad, como el cambio climático, la contaminación y el declive de la naturaleza, eventos –todos ellos– promovidos y sostenidos por el ser humano.

Sin lugar a dudas, esto proviene del predominio antropocéntrico y teocentrismo enajenante, donde las más perversas aberraciones carentes de razonamiento han sobrevenido

por autorizaciones legales y de constructos sociales errados, que nos sugieren que las condiciones actuales, y las relativas al cambio climático, proceden de marcos sociales equivocados, ya que hacen ver la contaminación como cumplimientos, cuando en realidad lo que se ha estado haciendo es otorgar licencias para deteriorar gradualmente y liquidar el entorno natural. Por lo tanto, no todo lo legal es ético, y no todo lo ético es legal, en otras palabras no todo lo legal es correcto y no todo lo correcto es legal (Cantú-Martínez, 2020:8-9).

Es así que se torna pertinente señalar que se asoma, en estos tiempos de la pandemia de COVID-19, la imperiosa necesidad de reconceptualizar nuestra postura frente a la naturaleza y además se impone la exigencia de un cambio de mentalidad, ya que el predominio de la razón humana, hasta este momento sólo ha convertido a todo ser humano en un ente egocéntrico, que únicamente está promoviendo dificultades y conflictos en el entorno natural que le rodea.

CONSIDERACIONES FINALES

Como hemos observado, la naturaleza hasta hoy ha sido sujeta a una confiscación y aprovechamiento por el ser humano de carácter utilitarista, que se ha caracterizado por la constante transformación, en la que la conflictividad generada por el mismo

ha expuesto la forma irracional de su actuar, la cual ha dado pie a la crisis ambiental que en el presente ostentamos.

Lacónicamente concluiremos con un pensamiento de Víctor Hugo (1802-1885), dramaturgo francés, que comentaba acongojadamente: “Produce una inmensa tristeza pensar que la naturaleza habla mientras el género humano no le escucha”. No obstante este lamento, en la actualidad se ha hecho escuchar intensamente mediante la presencia del COVID-19, para no ser ignorada por la soberbia intelectual y el comportamiento absurdo que acompaña al ser humano.

Referencias

- Banco Mundial (2019). *Medio ambiente: Panorama general*. Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/topic/environment/overview>
- Cantú-Martínez, P.C. (2018). El Día Mundial del Medio Ambiente: el divorcio del plástico. *Ciencia UANL*. 21(90):19-24.
- Cantú-Martínez, P.C. (2019). Extractivismo, una actividad que atenta contra la sustentabilidad. *Ciencia UANL*. 22(96):70-77.
- Cantú-Martínez, P.C. (2020). Deliberación del cambio climático desde la bioética global. *Revista Iberoamericana de Bioética*. 13, 1-11.
- Departamento de Salud Pública, Medio Ambiente y Determinantes Sociales de la Salud-OMS (2018). *Nueve de cada diez personas de todo el mundo respiran aire contaminado*. Disponible en: <https://www.who.int/phe/es/>
- Frandsen, G. (2013). El hombre y el resto de los animales. *TINKUY*. 20:56-78.
- Fundación Heinrich-Böll-Stiftung (2014). *Hechos y cifras. Extractivismo en América Latina*. México. FHB.

Gudynas, E. (2014). Los extractivismos en sus contextos globales, regionales y locales. OLCA & OCMAL (Eds.) *Memoria Seminario Internacional Extractivismo en América Latina: agua que no has de beber*. (pp. 11-23). Santiago de Chile: OLCA & OCMAL.

Midgley, M. (1978). *Beast and Man*. New York: Cornell University Press.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-FAO (2016). *El estado de los bosques en el mundo 2016*. Resúmen. Roma: FAO.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura-UNESCO (2019). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019: No dejar a nadie atrás*. Resúmen Ejecutivo. Italia: UNESCO.

Organización Mundial de la Salud-OMS (2017). *Las consecuencias de la contaminación ambiental: 1,7 millones de defunciones infantiles anuales*. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/detail/06-03-2017-the-cost-of-a-polluted-environment-1-7-million-child-deaths-a-year-says-who>

Surasky, J., y Morosi, G. (2013). La relación entre los seres humanos y la naturaleza: construcción, actualidad y proyecciones de un peligro ambiental. *Documentos de Trabajo del Instituto de Relaciones Internacionales*. 3:1-38.

UN Environment (2019). *Global Environment Outlook-GEO-6: Healthy Planet, Healthy People*. Nairobi: UNEP.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales-UICN (2020). *Orientación para usar el Estándar Global de la UICN para soluciones basadas en la naturaleza. Un marco fácil de usar para la verificación, diseño y ampliación de las soluciones basadas en la naturaleza*. Gland, Suiza: UICN.

De sueño y dolores



Con todo esto de mantenernos en casa, resguardados y seguros, a más de uno se nos ha alterado la rutina, pero no sólo eso, también los ritmos vitales. Y es que al no poder salir, nos exponemos menos a la luz solar, muchas personas incluso presentan trastornos de ansiedad y ha aumentado exponencialmente el uso del teléfono celular. Estos aspectos, entre otros, pueden afectar a la calidad del sueño o al número total de horas que se duerme, según explica un neurocientífico de la Universitat Oberta de Catalunya (UOC) (España).

Como humanos, tenemos unos ritmos circadianos que resultan de la adaptación a un entorno rítmico de 24 horas, éstos se producen en el cuerpo, regulados por determinados genes. La mayor parte de variables fisiológicas y conductuales de las personas presentan estos ritmos, que responden a señales externas como la luz o la oscuridad. “Con el confinamiento de estos días, el cerebro carece de estas señales ya que, por ejem-

plo, no estamos siguiendo las rutinas habituales para ir a trabajar ni estamos tan expuestos a la luz solar. La estructura cerebral que establece el reloj biológico, el llamado núcleo supraquiasmático del hipotálamo, está recibiendo información contradictoria y esto puede provocar un impacto negativo en la higiene del sueño”, apunta el investigador.

No poder salir de casa puede provocar en algunas personas ansiedad y estrés, sobre todo cuando se tiene una percepción de pérdida de control sobre la vida. “En estos casos, se activan regiones cerebrales, como una estructura con forma de almendra denominada amígdala, que durante la noche pueden interferir en la calidad de nuestro descanso. A estas personas les cuesta más dormir y se despiertan más”, señala el experto.

Existe otra estructura, la glándula pineal, que también interviene en este tictac cerebral. Esta glándula segrega una hormona llamada me-

latonina cuando está oscuro para informar a nuestro cuerpo de que es de noche y tenemos que dormir. Sin embargo, en estos días de confinamiento, el uso de smartphones y tabletas se ha disparado. “Para que se produzca esta liberación de melatonina es aconsejable evitar el uso de dispositivos móviles antes de ir a dormir, porque emiten una luz azul que envía un mensaje contradictorio al encéfalo”, aclara el investigador.

Para fomentar el descanso, además de limitar el uso de dispositivos móviles antes de ir a dormir, este neurocientífico aconseja una dieta balanceada, leer o escuchar música y establecer rutinas diarias. Realizar ejercicio físico también es muy importante, porque ayuda al cerebro en todos los procesos de regulación de los ritmos de los ciclos de sueño y vigilia. Finalmente, darse una ducha o un baño de agua caliente aumenta la temperatura del cuerpo, como cuando se hace deporte.



Otra cosa que debemos hacer antes de acostarnos, y nuestra mamá siempre nos lo recuerda, es cepillarnos los dientes, seguramente a más de uno lo despertaron porque no lo había hecho. Esto es muy importante pues además de la enfermedad periodontal, la inflamación desempeña un papel importante en el desarrollo de la diabetes, un importante problema de salud mundial. Y qué tiene que ver una cosa con la otra. Ahhh, muy buena pregunta. Dado que este padecimiento y la mala higiene bucal pueden provocar una infección transitoria y una inflamación sistémica, unos científicos del Hospital de Seúl en Corea del Sur, formularon la hipótesis de que dicha afección y los indicadores de higiene bucal podrían estar asociados el aumento de los niveles de glucosa en la sangre.

Los investigadores analizaron datos recopilados entre 2003 y 2006 sobre 188,013 sujetos en Corea del Sur. Las conductas de higiene oral que se tuvieron en cuenta incluyen cantidad de cepilladas, una visita al dentista por cualquier motivo y una limpieza profesional. La cantidad de piezas perdidas

fue determinada por expertos durante el examen.

El estudio reveló que 17.5% (alrededor de uno de cada seis) tenían enfermedad periodontal. Después de un seguimiento medio de diez años, la hiperglucemia se desarrolló en 31,545 personas (16%). Mediante la utilización de modelos informáticos, y después de hacer ajustes teniendo en cuenta la demografía de los pacientes (incluyendo la edad, el sexo, el peso, la estatura, la presión arterial y la situación socioeconómica), así como la actividad física, el consumo de alcohol, el hábito de fumar, los factores de riesgo vasculares y los antecedentes de cáncer, se detectó una tendencia llamativa: la presencia de la afección y la cantidad de piezas ausentes (15 o más) se relacionaron con un aumento del riesgo de desarrollar diabetes en 9 y 21%, respectivamente. El cepillado frecuente (tres veces al día o más) se asoció con una disminución de 8% del riesgo de desarrollarla.

Un análisis más detallado reveló resultados diferentes para los sujetos de 51 años o menos en comparación

con los de 52 años o más. Para el grupo más joven, cepillarse dos veces al día se relacionó con una reducción del riesgo de desarrollar diabetes en 10%, y cepillárselos tres veces con una reducción de 14%, en comparación con quienes lo hacían una vez al día o ninguna vez. En el grupo de mayor edad no hubo diferencias en el riesgo de desarrollarla entre quienes se cepillaban dos veces al día y quienes sólo lo hacían una vez al día o ninguna. Sin embargo, el cepillado tres o más veces, en comparación con una vez o ninguna, se asoció con una reducción del riesgo de 7%.

Los autores del estudio explican que, si bien éste no revela el mecanismo exacto que conecta la higiene bucal con el desarrollo de la diabetes, sí sugiere que la caries dental, especialmente a medida que empeora, puede contribuir a la inflamación crónica y sistémica, y aumentar la producción y la circulación de biomarcadores inflamatorios, que, como han demostrado estudios anteriores, están relacionados con la resistencia a la insulina y el desarrollo de la hiperglucemia.



Así que debemos hacerle caso a mamá y al dentista cuando nos dicen que nos lavemos los dientes tres veces al día, porque si no, ni el ratón los querrá. Y ya que estamos con la boca y su limpieza, ya debes saber que los refrescos dulces y el azúcar en abundancia aumentan el riesgo de caries e inflamación de las encías, lo que se conoce como enfermedades periodontales, y si éste es nuestro caso, deberíamos dar prioridad a los hábitos alimenticios saludables. Al menos esa es la conclusión de una investigación de la Universidad de Aarhus.

La mayoría de nosotros somos conscientes de que los dulces y otros alimentos y bebidas azucaradas aumentan el riesgo de caries dentales (recuerda aquel sabio y suave consejo: “No comas tantos dulces porque se te van a podrir los dientes” –léase con voz de mamá o papá al borde de la his-

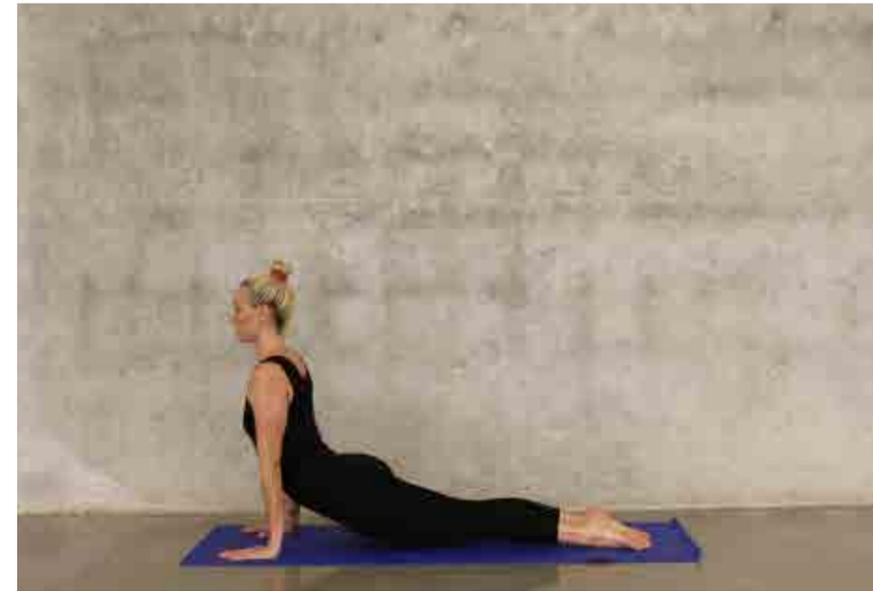
teria-). La investigación sugiere que una dieta azucarada también puede promover malestares periodontales.

Los resultados se han obtenido en relación con una revisión crítica de la bibliografía de los últimos cincuenta años, y se han publicado en la revista científica internacional *Journal of Oral Microbiology*.

“El azúcar no ha sido tradicionalmente asociado con el desarrollo de padecimientos periodontales. Es cierto que en la década de 1970 dos investigadores estadounidenses sugirieron que una dieta rica en carbohidratos podría ser un factor de riesgo común tanto para estos malestares como para los inflamatorios como la diabetes, la obesidad y los cardíacos, pero este conocimiento se volvió a olvidar en gran medida”, dice el profesor Bente Nyvad de la Universidad de Aarhus.

En el nuevo proyecto de investigación, los especialistas han llegado a una hipótesis común para el desarrollo de las dos principales afecciones dentales. La hipótesis se basa en los procesos bioquímicos que tienen lugar en los depósitos bacterianos de los dientes cuando se añaden cantidades copiosas de nutrientes a las bacterias, especialmente cuando se consume azúcar.

En otras palabras, han revivido la hipótesis “olvidada” de que ésta puede promover tanto las caries dentales como las enfermedades periodontales, y hacen hincapié en la importancia de seguir cepillándose con pasta con flúor, incluso si se reduce el consumo de esta sustancia.



Todo apunta a evitarnos dolores en el futuro, porque nunca hacemos caso hasta que nos duele. Así nos ha pasado a muchos con cosas que parecen tan sencillas como levantar algún bulto o caja pesada, o sentarnos mal para luego andar con dolor de espalda. Esto pasa sobre todo a quienes tienen un trabajo sedentario donde pasan sentados mucho tiempo. Pues bien, unos científicos lituanos han ideado un programa de ejercicios de estabilización de la columna vertebral capaz de mitigar el dolor en la parte baja. Lo destacado de este programa de ejercicios físicos, basados en la técnica pilates, es que su efecto dura tres veces más que el de un programa habitual de ejercicios de fortalecimiento muscular.

Con una parte significativa de la población mundial obligada a trabajar desde casa por culpa de la pandemia de COVID-19 provocada por el

coronavirus SARS-CoV-2, la incidencia del dolor lumbar puede aumentar. Los buenos resultados de las primeras pruebas del nuevo programa de ejercicios físicos llegan en buen momento, ya que no sólo se podrán beneficiar de él las personas que realizan trabajos sedentarios habitualmente, también las que ahora se han visto forzadas a adoptar o prolongar esta forma de trabajar.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el dolor lumbar se encuentra entre los diez principales padecimientos y lesiones que están disminuyendo la calidad de vida de la población mundial. Se estima que la molestia inespecífica la experimenta entre 60 y 70% de las personas en las sociedades industrializadas. Además, es la principal causa de limitación de la actividad física y de ausencia del puesto de trabajo en gran parte del mundo.

El dolor lumbar crónico, que se origina en una irritación o lesión nerviosa de larga duración, afecta a las emociones de los aquejados. La ansiedad, el mal humor e incluso la depresión, así como el mal funcionamiento de otros sistemas corporales (lo que se traduce en náuseas, taquicardia, presión arterial elevada y otros síntomas) son algunos de los problemas de salud que pueden ser causados por el dolor en esa zona del cuerpo.

El programa diseñado consta de ejercicios estáticos y dinámicos, que promueven la fuerza y la resistencia musculares. Las posiciones estáticas se mantienen de 6 a 20 segundos; cada ejercicio se repite de 8 a 16 veces. Aquí te dejamos las imágenes por si te animas a realizarlos, total, de todas maneras está cerrado el gym para que te tomes fotos.



Y ya que hablamos de lugares cerrados y mantenernos en casa. Déjenme preguntarles a quiénes les ha empezado a apretar la ropa, seguramente es porque la secadora las ha encogido, o será porque hemos embarnecido sin darnos cuenta. Bueno, no es algo desconocido que, en bastantes naciones, el porcentaje de la población con obesidad o sobrepeso ha ido aumentando en las últimas décadas, o en las últimas semanas. El problema afecta cada vez más a la población infantil, en parte por una alimentación con exceso de grasa y azúcar, pero también debido a un estilo de vida crecientemente sedentario, en el que sentarse a jugar con videojuegos, ver televisión, navegar por Internet y comunicarse

a través de redes sociales prevalece a menudo sobre otras actividades que exigen actividad física. Salir a jugar a un parque cercano, o a cualquier otra área donde sea posible correr y saltar, promueve que los niños realicen ejercicio físico. El confinamiento impuesto a raíz de la pandemia de COVID-19 impide ahora que muchos niños jueguen de ese modo. El cierre de escuelas imposibilita también que practiquen deporte en ellas, aunque sólo sea dentro de un gimnasio.

Un equipo de la Universidad de Columbia, en Nueva York, ha analizado esta amenaza para la población infantil y pronostica que las consecuencias pueden ser muy negativas

si no se actúa rápida y enérgicamente para impedirlo. La principal línea de actuación que estos expertos proponen es la potenciación de la asignatura de educación física desde las escuelas, aprovechando que la actividad docente se mantiene a través de Internet. La idea es poner en práctica programas de gimnasia que los alumnos puedan realizar en áreas interiores de sus hogares, aunque el espacio disponible para ello sea modesto.

Además de darle una gran prioridad a la educación física sobre otras asignaturas, también son importantes otras pautas, como seguir un horario fijo al irse a dormir y levantarse y también en las comidas del día.



Y es que si no nos cuidamos vendrán las enfermedades y seremos presa fácil. Y con ellas siempre viene un gran enemigo de muchos: las inyecciones. Pero no se trata de asustarte, al contrario, de prevenir. Y para quitarte un poco el miedo, déjame decirte que es posible que en el futuro no se necesiten agujas hipodérmicas dolorosas para inyectar fármacos y obtener muestras de sangre (gritos y festejos aquí).

Pues sí, tal como lo leíste, con la impresión en 4D, unos ingenieros de Rutgers han creado diminutas agujas que imitan a los parásitos que se adhieren a la piel y que podrían sustituir a las agujas hipodérmicas.

En la naturaleza, algunos insectos y otros organismos han desarrollado estructuras microscópicas que se adhieren a los tejidos, como los microganchos de los parásitos, los aguijones de las abejas y las púas escamosas de los puercoespines. Inspirándose en estos ejemplos, los ingenieros de Rutgers desarrollaron una microaguja que se entrelaza con el tejido cuando se inserta, mejorando la adhesión. Combinaron una técnica de microimpresión en 3D y un método de impresión en 4D para crear púas orientadas hacia atrás en una microaguja.

Mientras que la impresión 3D construye objetos capa por capa, la 4D va más allá con materiales inteligentes

que están programados para cambiar de forma después de la impresión. El tiempo es la cuarta dimensión que permite a los materiales transformarse en nuevas formas.

Las microagujas (agujas miniaturizadas) están llamando la atención porque son cortas, delgadas y mínimamente invasivas, reducen el dolor y el riesgo de infección y son fáciles de usar. Sin embargo, su débil adhesión a los tejidos es un gran desafío para la administración controlada de fármacos a largo plazo o para la biodetección, que implica el uso de un dispositivo para detectar el ADN, las enzimas, los anticuerpos y otros indicadores de salud.



Vaya, sin duda esa es una buena noticia, esperemos que no tarde mucho en tenerla disponible en cualquier hospital o centro de salud. Y ya que hablamos de hospitales y achaques, es bien sabido que el corazón bombea la sangre que circula por todo el cuerpo y lo hace repitiendo continuamente la contracción y relajación de su musculatura. Cuando un vaso sanguíneo se obstruye o cuando se daña por completo o en parte la musculatura cardíaca, es posible emplear células madre humanas en terapias clínicas. El uso clínico de las células madre mesenquimales derivadas de médula ósea humana se ha ampliado en épocas recientes, pero el porcentaje de fracasos de las células madre trasplantadas en el corazón ha continuado siendo un problema.

Al respecto, un equipo de especialistas de la Universidad de Ciencia y Tecnología de Pohang (POSTECH), en Corea del Sur, ha desarrollado lo que se puede describir como “un

parche cardíaco con biotinta”. En los experimentos realizados, éste mejoró la funcionalidad de las células madre para regenerar los vasos sanguíneos, lo que a su vez mejoró la zona afectada por un infarto de miocardio.

El equipo de investigación utilizó células madre mesenquimales con expresión de factor de crecimiento hepatocitario modificadas genéticamente (HGF-eMSC, por sus siglas en inglés) desarrolladas por SL Bigen. Co., Ltd., para elaborar biotinta dispuesta en un parche. Con el trasplante del parche a un corazón dañado, la nueva terapia fue puesta a prueba, y la llamaron “condicionamiento *in vivo*”.

El equipo anticipa que este nuevo método podría ser un gran avance en el tratamiento del infarto de miocardio, ya que las células madre implantadas mediante células HGF-eMSC finalmente mejoraron la regeneración vascular en la zona afectada.



Pero otra forma de proteger nuestro corazón es realizar ejercicio cardiovascular. Eso ya nos lo han dicho, pero ¿será así para los niños que nacen con bajo peso? Por qué te pregunto eso, bueno, porque según un estudio publicado en el periódico *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases*, los niños que nacen en término (después de la 37ª semana de gestación) pesando menos de 2.5 kilogramos (kg), están sujetos a un riesgo aumentado de desarrollar enfermedades cardiovasculares durante su vida adulta. Peeeero, y aquí es donde viene lo bueno, la práctica regular de ejercicios físicos durante la infancia puede mejorar el funcionamiento de las células implicadas en la salud de los vasos sanguíneos y atenuar dicho riesgo.

El estudio del que te hablo se llevó a cabo con 35 niños con edades entre

6 y 11 años, divididos en dos grupos: los nacidos con un peso inferior a 2.5 kg y los nacidos pesando 3 kg o más. Todos pasaron por un programa de entrenamiento durante diez semanas que incluía sesiones semanales de 45 minutos de actividades físicas lúdicas con intensidad entre moderada y vigorosa. Se midieron parámetros antropométricos (peso, estatura, porcentaje de grasa y circunferencias corporales) y se les extrajeron muestras de sangre a los participantes antes y después del periodo de ejercitación.

Al final de la intervención, se notó una mejora significativa en la circunferencia de la cintura y en la aptitud cardiorrespiratoria de todos los niños. Entre los que nacieron con bajo peso, fue posible detectar también una mejora de la presión arterial, así como de los niveles circulantes y de la fun-

cionalidad de las células progenitoras endoteliales.

Los resultados del estudio demostraron que el efecto positivo del entrenamiento físico fue más significativo en el grupo de niños con historial de bajo peso al nacer. Aparte de elevar los niveles de células progenitoras en la sangre, se registró un aumento de los niveles de óxido nítrico (NO) y del factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF-A). Estas dos moléculas [NO y VEGF-A] participan en los procesos de movilización y reclutamiento de las células progenitoras endoteliales.

Los resultados de este estudio indican que una intervención sencilla y de bajo costo puede tener un impacto decisivo en la vida adulta de los niños que nacen con bajo peso.



Y es que hacer ejercicio puede ser sencillo si te aplicas en casa, de todas maneras, tal vez seas como muchas otras personas que, debido al COVID-19, ahora estás trabajando desde casa, por primera vez o simplemente más a menudo de lo habitual. Y ya que hablamos de eso, seguramente encontrarás ventajas en una oficina en casa, como no tener que viajar, pero también puede haber una desventaja significativa: el dolor físico. Noooo, cómo.

Pues sí, los espacios de trabajo improvisados pueden, de hecho, no ser adecuados para el trabajo. Desde usar el comedor o la mesa de café como escritorio, a sentarse en sillas que carecen de soporte lumbar, pasando por trabajar mientras nos reclinamos en el sofá, podemos estar ejerciendo una tensión inadecuada en nuestros cuerpos.

Según unos expertos, hoy más que nunca debemos concentrarnos en rutinas que eviten que nuestros

músculos se tensen y causen dolor. Esto es cada vez más importante ya que estamos tratando con el costo emocional y físico de la pandemia COVID-19. En una época en la que estamos fuera de nuestra rutina y nos sentimos más estresados de lo normal, es mejor encontrar maneras de aliviar ese estrés en nuestras mentes y cuerpos.

Por eso, los especialistas lanzan ciertas recomendaciones, como adoptar una buena postura al sentarnos, tener buena iluminación, descansar, estirarnos, divertirnos, pero, sobre todo, revelan algo muy importante: no trabajar en exceso, una tendencia a la alta, pues nuestros jefes creen que debemos estar disponibles las 24 horas, esto no sólo no trae beneficios a la empresa, al contrario, puede generar pérdidas toda vez que en lugar de aumentar la productividad, acarrea mucha más tensión en nuestras mentes y cuerpos, lo que a mediano plazo significaría el colapso de los trabajadores.



Cuál es el objetivo de todo esto, pues algo muy simple: trabajar mejor, no más duro. Y como abrimos esta sección hablando de dormir, vamos a cerrarla con el mismo tema: *la dormición*.

No sé si tú lo sepas, seguramente sí, pero el cerebro y el intestino están conectados, tal como lo lees, y una buena salud para este último influirá en muchos procesos del primero, incluido el sueño, naah, a poco sí.

De hecho, ¿crees que la fibra dietética es sólo para la salud digestiva? Pues noooo. Fibras específicas conocidas como prebióticos pueden mejorar el descanso y aumentar la resistencia al estrés al influir en las bacterias intestinales y las potentes moléculas biológicamente activas, o metabolitos, que producen, según muestra una nueva investigación del CU Boulder.

La investigación podría conducir en última instancia a nuevos enfoques para tratar estos problemas que afectan a 70 millones de estadounidenses y a muchos más en el resto del mundo.

La mayor ventaja aquí es que este tipo de fibra no sólo está ahí para aumentar el volumen de las heces y limpiar el sistema digestivo, está alimentando a los microorganismos que viven en nuestro intestino y creando una relación simbiótica con nosotros que tiene efectos poderosos en nuestro cerebro y comportamiento.

La mayoría de la gente está familiarizada con los probióticos, bacterias amigables presentes en alimentos fermentados como el yogur y el chucrut. Más recientemente, los científicos se han interesado en los prebióticos,

compuestos dietéticos que los humanos no pueden digerir, pero que sirven como alimento para nuestro microbioma, o los billones de bacterias que residen en nuestro interior. Aunque no todas las fibras son prebióticas, muchos alimentos fibrosos como puerros, alcachofas, cebollas y ciertos granos integrales son ricos en ellas.

Pero, ojo, aunque la fibra dietética prebiótica es ciertamente saludable, no es seguro que el simple hecho de comer alimentos ricos en ella pueda promover el sueño, probablemente tendrías que comer un montón de lentejas y coles para ver algún efecto. El hecho es que comerlas es saludable, y cada día descubrimos más por qué los son.



COLABORADORES

Albani Itzigueri Rivera Ortega

Ingeniera en Biotecnología por la Universidad Tecnológica de Morelia. Estudiante de la Maestría en Ciencias en el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C., Hermosillo, Sonora.

Andrés Adrián Urías Salazar

Ingeniero agrónomo por la UAT. Estudiante de la Maestría en Ciencias, Sistemas Agropecuarios y Medio Ambiente, en la UAT.

David Osorio Sarabia

Licenciado con estudios de posgrado en la UNAM. Profesor de asignatura B de T. C. en la ENCCH-UNAM. Adscrito al Laboratorio de Helminología del Instituto de Biología-UNAM. Miembro del SNI, nivel I.

Jorge Bernal Hernández

Licenciado en Psicología por la UNAM. Maestro en Neurociencias y doctor en Ciencias Fisiológicas por la UNAM. Profesor titular "C" tiempo completo. Sus líneas de investigación son la neuropsicología de los trastornos del desarrollo y la neuropsicología del envejecimiento. Miembro del SNI, nivel II.

José Rufino Díaz Uribe

Físico, maestro y doctor en Física por la UNAM. Investigador titular "C" tiempo completo del CCADET-UNAM. Sus líneas de investigación son metrología óptica, instrumentación óptica, óptica física y óptica visual. Miembro del SNI, nivel II.

Juan Daniel Hernández Altamirano

Estudiante de noveno semestre de la Licenciatura de Químico Farmacéutico Biólogo en la UANL. Técnico de laboratorio en el Hospital San José del Sistema de Salud del Tecnológico de Monterrey. Ha colaborado en el Laboratorio de la Unidad de Terapias Experimentales del CIDCS-UANL. Instructor para el capítulo estudiantil AI-CHE-Tecnológico de Monterrey. Colaborador del grupo estudiantil ConCiencia UANL.

Lorena Garrido Olvera

Doctora por la UNAM. Profesora de tiempo completo en la UAT. Imparte clases en la Licenciatura de Nutrición y el Posgrado en Ecología y Manejo de Recursos Naturales. Miembro del SIN, candidata.

Luis Enrique Gómez Vanegas

Licenciado en Letras Hispánicas por la UANL. Diplomado en periodismo científico por la FCC-UANL. Autor del libro *Soledades*. Corrector y gestor editorial de la revista *Ciencia UANL* y corrector de *Entorno Universitario*, de la Preparatoria 16-UANL.

Luis García Prieto

Licenciado y maestro por la UNAM. Técnico académico titular de la Colección Nacional de Helminos del Instituto de Biología-UNAM. Imparte clases en la FC-UNAM. Miembro del SNI, nivel II.

María Fernanda Velarde Padilla

Licenciada en Biotecnología Genómica por la UANL. Ha colaborado en el CIDCS-UANL, en la Unidad de Neuro-metabolismo y en líneas de investigación en inmunología y nanotecnología en la FCB-UANL. Realizó estancia académica y de investigación en la Universidad de Zaragoza en el área de farmacología. Participante del Concurso de Diseño Biomolecular BIOMOD. Colaboradora del grupo estudiantil ConCiencia UANL.

María Josefa Santos Corral

Doctora en Antropología Social. Su área de especialidad se relaciona con los problemas sociales de transferencia de conocimientos, dentro de las líneas de tecnología y cultura y estudios sociales de la innovación. Imparte las asignaturas de ciencia y tecnología para las RI en la Licenciatura de Relaciones Internacionales y Desarrollo Científico Tecnológico y su Impacto Social en la Maestría de Comunicación.

Mariana Guzmán Noriega

Licenciada en Optometría por la UNAM. Fue pasante en la línea de investigación de percepción al color.

Melissa del Carmen Martínez Torres

Licenciada en Letras Hispánicas por la UANL. Estudiante de la Especialidad Género y Educación en la UPN. Integrante de la colectiva Juglaresas. Editora de la revista *Ciencia UANL*.

Myrna Miriam Valera Mota

Licenciada en Optometría por el IPN. Maestra en Docencia y doctora en Educación por el Centro de Estudios Superiores en Educación. Profesora asociada "C" tiempo completo en la FESI-UNAM. Sus líneas de investigación son la percepción al color y seguimiento de egresados. Miembro del SNI, "C".

Nelly Daniela González Velázquez

Estudiante de pregrado en noveno semestre de la Carrera Médico Cirujano Partero en la FM- UANL. Becaria del Dr. Rene Rodríguez en el Servicio de Endocrinología del Departamento de Medicina Interna. Trabaja como voluntaria en el CIDICS-UANL en investigación de divulgación en la Unidad de Patógenos Emergentes, Reemergentes y Vectores, y en investigación enfocada a la reparación de tejidos óseos y cartilagosos en la Unidad de Ingeniería de Tejidos.

Pedro César Cantú-Martínez

Doctor en Ciencias Biológicas. Trabaja en la FCB-UANL y participa en el IINSO-UANL. Su área de interés profesional se refiere a aspectos sobre la calidad de vida e indicadores de sustentabilidad ambiental. Fundador de la revista *Salud Pública y Nutrición (RESPyN)*. Miembro del Comité Editorial de Artemisa del Centro de Información para Decisiones en Salud Pública de México.

Rafael Delgado Martínez

Ingeniero agrónomo fitotecnista y maestro en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales, en el área de Mejoramiento Genético y Sanidad Vegetal, por la UAEMéx. Doctor en Ciencias, Programa de Botánica, por el Colegio de Posgraduados. Profesor-investigador de la UAT. Miembro del SNI, nivel I.

Wilberth Alfredo Poot Poot

Licenciado en Química Industrial por la UAY. Maestro en Ciencias, en Ingeniería Bioquímica, por el Instituto Tecnológico de Mérida, Yucatán. Doctor en Ciencias y Biotecnología de Plantas por el Centro de Investigación Científica de Yucatán. Posdoctorado en el Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada de la Universidad Veracruzana. Profesor de tiempo completo de la FIC-UAT. Integrante del Cuerpo Académico Sistemas de Producción de Frutales y Hortalizas evaluado como en consolidación por la Dirección de Superación Académica. Responsable del Laboratorio de Biotecnología de la FIC-UAT.

Yessica Enciso Martínez

Química bióloga clínica. Maestra en Educación. Doctora en Educación. Técnica académica general de la UNISON. Miembro del Colegio de Químicos de Caborca, A.C. Certificación en el Laboratorio Clínico. Coordinadora de los cursos propedéuticos para presentar el Examen General de la Licenciatura en Química Clínica (EGEL-QUICLIC). Miembro del Consejo Técnico de EGEL de la UNISON. Estudiante de la Maestría en Ciencias en el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C., Hermosillo, Sonora.

Lineamientos de colaboración

Ciencia UANL

La revista *Ciencia UANL* tiene como propósito difundir y divulgar la producción científica, tecnológica y de conocimiento en los ámbitos académico, científico, tecnológico, social y empresarial. En sus páginas se presentan avances de investigación científica, desarrollo tecnológico y artículos de divulgación en cualquiera de las siguientes áreas: ciencias exactas, ciencias de la salud, ciencias agropecuarias, ciencias naturales, humanidades, ciencias sociales, ingeniería y tecnología y ciencias de la tierra. Asimismo, se incluyen artículos de difusión sobre temas diversos que van de las ciencias naturales y exactas a las ciencias sociales y las humanidades. Las colaboraciones deberán estar escritas en un lenguaje claro, didáctico y accesible, correspondiente al público objetivo; no se aceptarán trabajos que no cumplan con los criterios y lineamientos indicados, según sea el caso se deben seguir los siguientes criterios editoriales.

Criterios editoriales (difusión)

- Sólo se aceptan artículos originales, entendiendo por ello que el contenido sea producto del trabajo directo y que una versión similar no se haya publicado o enviado a otras revistas.
- Se aceptarán artículos con un máximo de cinco autores, en caso de excederse se analizará si corresponde con el esfuerzo detectado en la investigación.
- El artículo debe ofrecer una panorámica clara del campo temático.
- Debe considerarse la experiencia nacional y local, si la hubiera.
- No se aceptan reportes de mediciones. Los artículos deben contener la presentación de resultados de medición y su comparación, también deben presentar un análisis detallado de los mismos, un desarrollo metodológico original, una manipulación nueva de la materia o ser de gran impacto y novedad social.
- Sólo se aceptan modelos matemáticos si son validados experimentalmente por el autor.
- No se aceptarán trabajos basados en encuestas de opinión o entrevistas, a menos que aunadas a ellas se realicen mediciones y se efectúe un análisis de correlación para su validación.
- Para su consideración editorial, el autor deberá enviar el artículo vía electrónica en formato .doc de Word, así como el material gráfico (máximo cinco figuras, incluyendo tablas), fichas biográficas de cada autor de máximo 100 palabras y carta firmada por todos los autores (formato en página web) que certifique la originalidad del artículo y cedan derechos de autor a favor de la UANL.
- Los originales deberán tener una extensión máxima de cinco páginas (incluyendo figuras y tablas).
- Se incluirá un resumen en inglés y español, no mayor de 100 palabras, incluir cinco palabras clave.
- Las referencias se deberá utilizar el formato Harvard para citación.
- Material gráfico incluye figuras, imágenes y tablas, todas las imágenes deberán ser de al menos 300 DPI.

Criterios editoriales (divulgación)

- Sólo se reciben para su publicación materiales originales e inéditos. Los autores, al enviar su trabajo, deberán manifestar que es original y que no ha sido postulado en otra publicación.
- Se aceptarán artículos con un máximo de tres autores.
- Los contenidos científicos y técnicos tienen que ser conceptualmente correctos y presentados de una manera original y creativa.
- Todos los trabajos deberán ser de carácter académico. Se debe buscar que tengan un interés que rebase los límites de una institución o programa particular.
- Tendrán siempre preferencia los artículos que versen sobre temas relacionados con el objetivo, cobertura temática o lectores a los que se dirige la revista.
- Para su mejor manejo y lectura, cada artículo debe incluir una introducción al tema, posteriormente desarrollarlo y finalmente plantear conclusiones. Se recomienda sugerir bibliografía breve, para dar al lector posibilidad de profundizar en el tema. El formato no maneja notas a pie de página.
- Las referencias no deben extenderse innecesariamente, por lo que sólo se incluirán las referencias citadas en el texto.
- Los artículos deberán tener una extensión máxima de cinco cuartillas y una mínima de tres, incluyendo tablas, figuras y bibliografía. En casos excepcionales, se podrá concertar con el editor responsable de *Ciencia UANL* una extensión superior, la cual será sometida a la aprobación del Consejo Editorial.
- Las figuras, dibujos, fotografías o imágenes digitales deberán ser de al menos 300 DPI.
- En el caso de una reseña para nuestra sección Al pie de la letra, la extensión máxima será de dos cuartillas, deberá incluir la ficha bibliográfica completa, una imagen de la portada del libro, por la naturaleza de la sección no se aceptan referencias.
- El artículo deberá contener claramente los siguientes datos en la primera cuartilla: título del trabajo, autor(es), institución y departamento de adscripción laboral (en el caso de estudiantes sin adscripción laboral, referir la institución donde realizan sus estudios), dirección de correo electrónico para contacto.

*Nota importante: todas las colaboraciones, sin excepción, serán evaluadas. Todos los textos son sometidos a revisión y los editores no se obligan a publicarlos sólo por recibirlos. Una vez aprobados, los autores aceptan la corrección de textos y la revisión de estilo para mantener criterios de uniformidad de la revista.

Todos los artículos deberán remitirse a la dirección de correo:

revista.ciencia@uanl.mx

o bien a la siguiente dirección:

Revista *Ciencia UANL*. Dirección de Investigación, Av. Manuel L. Barragán, Col. Hogares Ferrocarrileros, C.P. 64290, Monterrey, Nuevo León, México.

Para cualquier comentario o duda estamos a disposición de los interesados en:

Tel: (5281)8329-4236. <http://www.cienciauanl.uanl.mx/>



 RevistaCienciaUANL

 RevistaCIENCIAUANL



Indexada en:  PERIODICA



 **Actualidad Iberoamericana**
Índice Internacional de Revistas

 **ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS**
DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

 **CUIDEN**

 **latindex**
CATÁLOGO 'INFORMÁTICA LATINOAMERICANA'