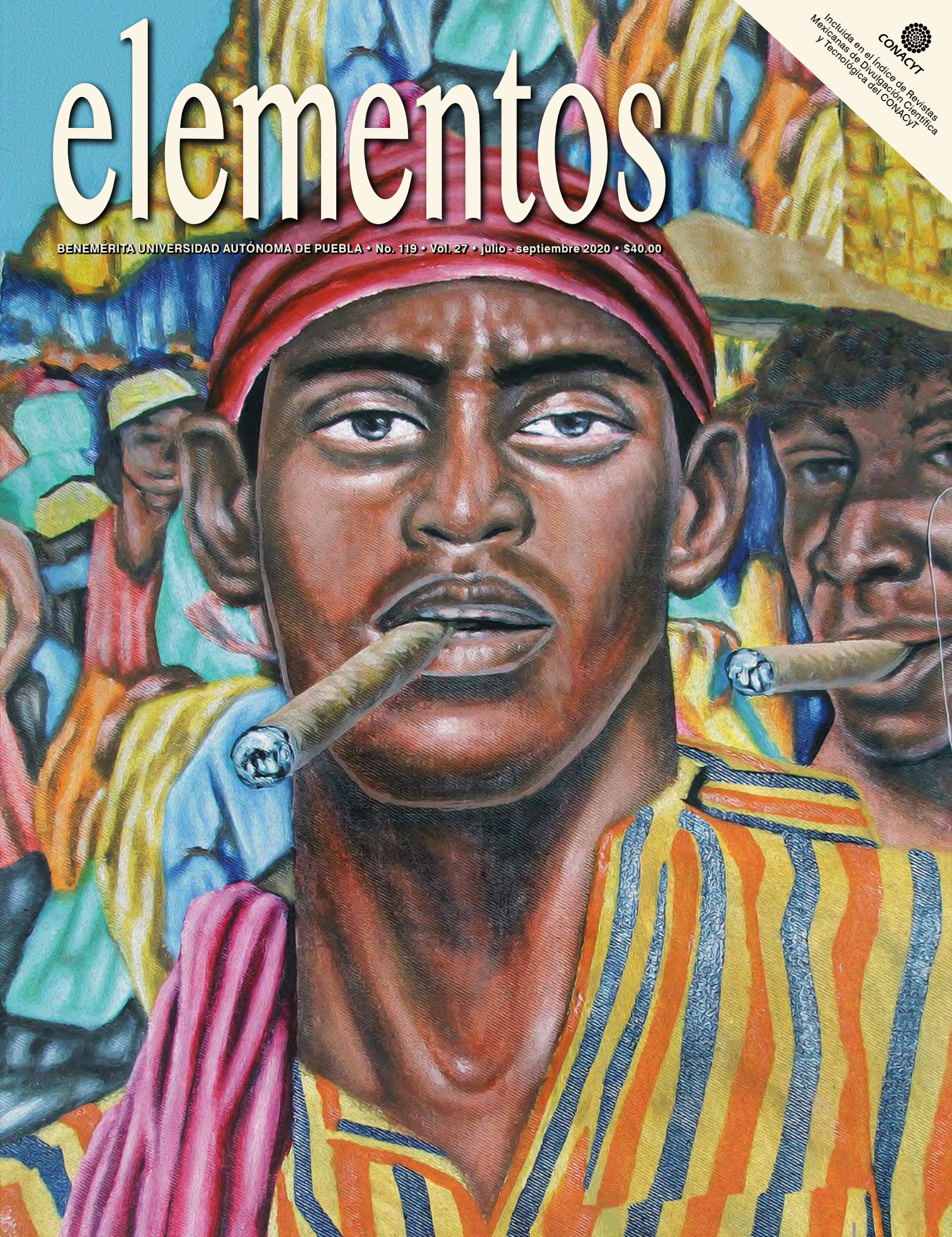


# 1 elementos

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA • No. 119 • Vol. 27 • julio - septiembre 2020 • \$40.00

CONACYT  
Incluido en el Índice de Revistas  
Mexicanas de Investigación Científica  
y Tecnológica del CONACYT



EXHIBIR HASTA EL 30-SEPTIEMBRE-2020

La viruela a 40 años de su erradicación | Importancia del cambio climático | La dependencia alimentaria... | Hay que ser picudo para acabar con el agave | La Realidad Aumentada: creando experiencias motivadoras en el aula | Barrancas urbanas: espacios de diversidad y contaminación | Los canales de calcio tipo T... | Algunos motivos para la popularidad de Friedrich Nietzsche en el área andina | Obra pictórica: Raymín



# S U M A R I O

## La viruela a 40 años de su erradicación 3

Antonio T. **Araujo Soto**

## Importancia del cambio climático II

Alejandro **Córdova Izquierdo**, Gustavo **Ruiz Lang**

## La dependencia alimentaria: 17

un síntoma de la crisis estructural  
del actual sistema mundo

Edwin Alberto **Fernández Sarabia**

## Hay que ser picudo 23

para acabar con el agave

Samuel **Cruz-Esteban**, Patricia **Hernández-Ledesma**

## La Realidad Aumentada: 27

creando experiencias motivadoras en el aula

Liliana **Rodríguez Vizzuett**, Josefina **Guerrero García**,

Iván **Olmos Pineda**

## Raymín 33

Obra pictórica

## Barrancas urbanas: 37

espacios de diversidad y contaminación

Víctor **Gutiérrez Pacheco**, Sonia Emilia **Silva Gómez**

## Los canales de calcio tipo T: 43

estructura, función y canalopatías

Maricruz **Rangel-Galván**

## Algunos motivos para la popularidad 51

de Friedrich Nietzsche en el área andina

H. C. F. **Mansilla**

## Libros 57

## Ciencia a tiempo 61



**BUAP**

**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**

**rector**, José Alfonso Esparza Ortiz

**secretaría general**, Guadalupe Grajales Porras

**vicerector de investigación y estudios**

**de posgrado**, Ygnacio Martínez Laguna

**ELEMENTOS**

[www.elementos.buap.mx](http://www.elementos.buap.mx)

revista trimestral de ciencia y cultura

número 119, volumen 27, julio-septiembre de 2020

**director**, Enrique Soto Eguibar

**subdirector**, José Emilio Salceda

**consejo editorial**, Itziar Aretxaga (INAOE), Beatriz Eugenia Baca

(ICUAP, BUAP), María Emilia Beyer Ruiz (DGDC, UNAM),

María de la Paz Elizalde, (ICUAP, BUAP), Ana Lidya Flores Marín

(IBERO Puebla), Marcelo Gauchat (FUNDACIÓN FORMA, A.C.),

Sergio Segundo González Muñoz (COLPOS Montecillo),

Federico Méndez Lavielle (Facultad de Ingeniería, UNAM),

Jesús Mendoza Álvarez (CONACYT), Ricardo Moreno Botello

(Ediciones de Educación y Cultura), Francisco Pellicer Graham

(Instituto Nacional de Psiquiatría), Adriana Pliego Carrillo (Facultad

de Medicina, UAEM), Leticia Quintero Cortés (ICUAP, BUAP), José

Emilio Salceda (Instituto de Fisiología, BUAP), Gerardo Torres del

Castillo (Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, BUAP), Catalina

Valdés Baizabal (Instituto de Neurociencias de Castilla y León,

Universidad de Salamanca, España), Enrique Vergara (ICUAP, BUAP)

**obra pictórica**, © Raymín

**1° de forros**, © De la serie *La fiesta del habano*, óleo/lienzo

**2° de forros**, © De la serie *La fiesta del habano*, óleo/lienzo

**3° de forros**, © De la serie *La fiesta del habano*, óleo/lienzo

**4° de forros**, © De la serie *La fiesta del habano*, óleo/lienzo

**diseño y producción gráfica**, Mima Guevara

**corrección de estilo**, Emilio Salceda y Leopoldo Noyola

**sitio web y laboratorio multimedia**, Leopoldo Noyola

**redes sociales**, Mima Guevara

**administración y logística**, Lorena Rivera e Ileana Gómez

**impresión**, FD Servicios Integrales de Impresión S.A. de C.V.

**redacción**, 14 Sur 6301, Ciudad Universitaria

Apartado Postal 406, Puebla, Pue., C.P. 72570

**email**: [esoto24@gmail.com](mailto:esoto24@gmail.com)

Revista registrada en Latindex ([www.latindex.unam.mx](http://www.latindex.unam.mx)),

Miembro de la Federación Iberoamericana de Revistas Culturales,

Afiliada a CiteFactor-Directory of International Research Journals

Reserva de derechos al uso exclusivo 04-2018-101113435900-102

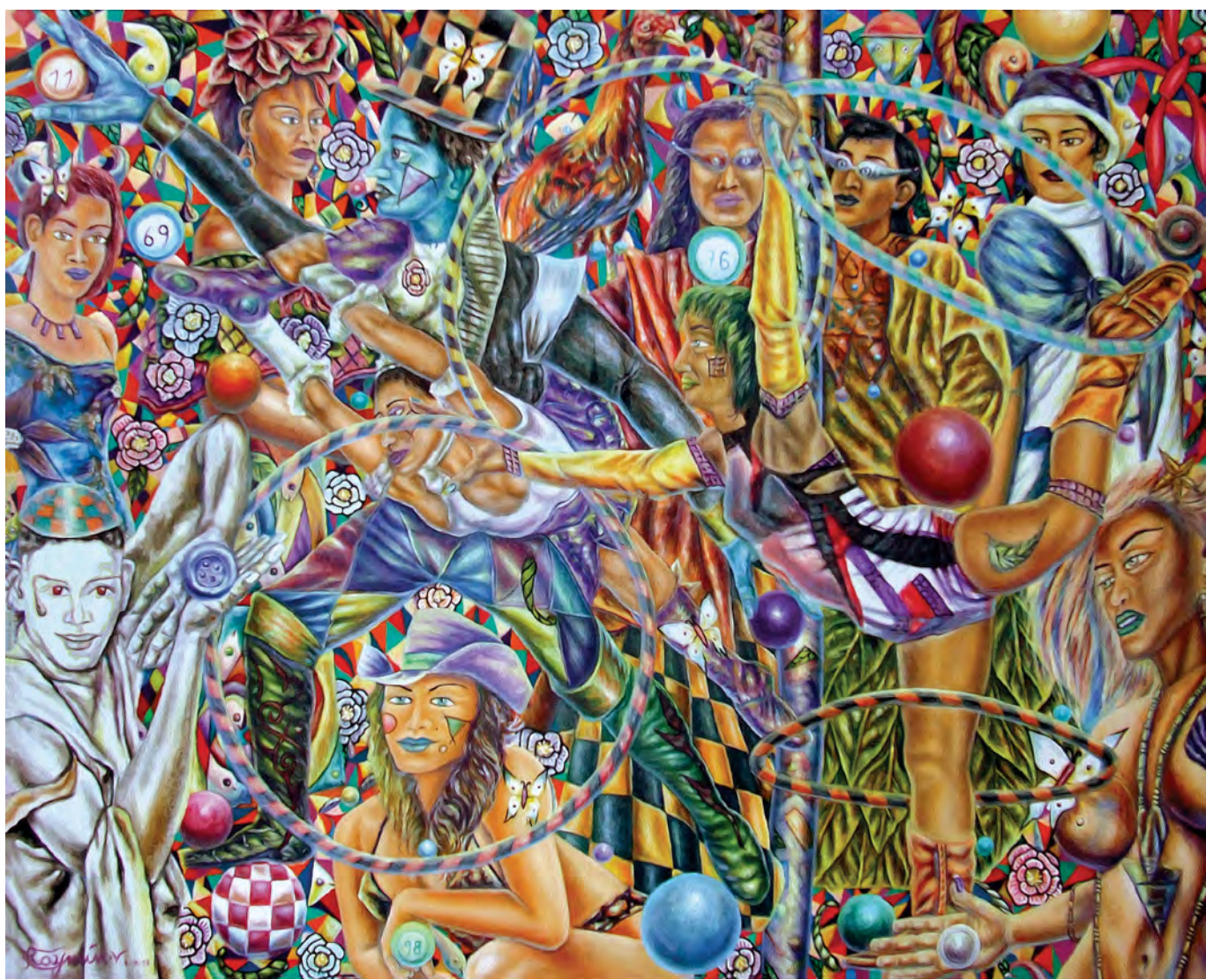
Certificados de licitud de título y contenido 8148 y 5770

ISSN 0187-9073



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





© Raymín. *Bailando* de la serie *El circo de la vida*, óleo/lienzo, 90 x115.5 cm, 2017.

# La viruela a 40 años de su erradicación

**Antonio T. Araujo Soto**

En 1977 Ali Maow Maalin contrajo y sobrevivió a la viruela, una de las infecciones más letales inscritas en la historia de la humanidad; de origen somalí, Ali es conocido como el último individuo en desarrollar la enfermedad (en su variante menor) de manera natural. Un año después, la británica Janet Parker adquirió el virus por accidente y a la edad de 40 años falleció.

Sin nuevos reportes, los estados miembros de la Organización Mundial de la Salud (OMS) acordaron adoptar las conclusiones de la comisión global para la erradicación de este mal y, en mayo de 1980, la viruela, que solo en el siglo XX había ocasionado la muerte de aproximadamente 300 millones de personas, se declaró erradicada (WHO, 2016).

La resolución sobre la eliminación de la viruela fue acompañada de varias recomendaciones, entre las cuales se incluían: 1) la interrupción de la vacunación –exceptuando personal en riesgo–, decisión justificada por el cese de la transmisión viral, así como en las complicaciones que se presentaban por la vacuna; 2) reservar un suministro adecuado de vacunas (suficiente para 200 millones de personas) y del virus vaccinia, en caso de requerir la preparación de nuevas formulaciones; 3) mantener un sistema de vigilancia e investigar el reporte de nuevos casos posibles; 4) contar con la asistencia de laboratorios en tareas de investigación y preservación del virus de la

viruela. En total fueron 19 observaciones a tomar en cuenta hacia un mundo libre de la enfermedad.

Al mismo tiempo y previendo una nueva irrupción del patógeno en la población, la OMS se esforzó por restringir la posesión de ejemplares virales y su manejo, evitando así desgracias como la ocurrida en Inglaterra en 1978. Los institutos autorizados que actualmente resguardan el virus de la viruela son los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC), en Atlanta, Estados Unidos, y el Centro de Investigación Estatal de Virología y Biotecnología (VECTOR), Koltsovo, región de Novosibirsk, Federación de Rusia. Los centros acreditados realizan también tareas de investigación como el análisis genómico del virus, el desarrollo de nuevas vacunas, métodos de diagnóstico y agentes antivirales; esto último ha conducido a los asesores vinculados a la investigación del virus a recomendar continuar con su preservación, aplazando la destrucción de los especímenes a través de los años (WHO, 2016).

Desde la declaración emitida por la OMS en mayo de 1980, se ha escrito ampliamente sobre la mortandad ocasionada por este patógeno alrededor del mundo, de su importancia durante la colonización de América en el siglo XVI y en la prevención de enfermedades transmisibles, además de su posible uso como arma biológica en el pasado y en el presente. Por otra parte, la interrupción de la transmisión del virus, al igual que la enfermedad, ha tenido importantes consecuencias; por ejemplo, la sobrevivencia de miles de niñas y niños, o la confianza de repetir el éxito en la eliminación de otras infecciones siguiendo el modelo de colaboración internacional y desarrollo científico promovido con la viruela, así como el hecho mismo de lo que significa la erradicación de una enfermedad.

## **VIRUS VARIOLA**

El agente causal de la viruela es el virus variola (VVR), clasificado en el género *Orthopoxvirus*, familia *Poxviridae*, la cual agrupa virus de ADN que se

distinguen por el espectro amplio de animales que infectan (insectos y vertebrados) y por el tamaño de su genoma (130 a 360 mil pares de bases), de los más grandes entre estos agentes biológicos. Su genoma se organiza en dos regiones con características particulares. La primera se ubica en el centro de la molécula y es poco mutable, codifica proteínas que participan en la transcripción y reparación de su material genético, así como elementos para el ensamble del virión. La segunda es variable y corresponde a los extremos que limitan la región central, se traduce en proteínas que modulan la respuesta inmune y coadyuvan en la infección del huésped, además permiten la separación a nivel de especie. El número de genes varía en cada virus, pero se han encontrado entre 150 y 300 (Marennikova y Moyer, 2005).

De los distintos taxones que conforman la familia *Poxviridae*, los *Orthopoxvirus* son los que más se han estudiado. Dentro de este género se encuentran, además del VVR, otros patógenos para el humano como el virus de la viruela bovina (VVB), el de la viruela simica (VVS) y el virus vaccinia (VVC), el primero en ser secuenciado. Los primeros genomas del VVR fueron obtenidos por la actual Federación de Rusia y los Estados Unidos de América a principios de la década del 90 del siglo XX; las muestras procedían de brotes en la India (1967) y Bangladesh (1975), respectivamente. En los años siguientes se consiguió la secuencia de más *Orthopoxvirus* y cepas de la viruela en sus dos variantes, la viruela mayor y menor, que se distinguen por la tasa de letalidad asociada a su contagio, superior al 5 % e inferior al 2 % respectivamente (Shchelkunova y Shchelkunov, 2017).

La comparación y análisis de secuencias de nucleótidos y aminoácidos ha proporcionado información sobre el origen y evolución de los *Orthopoxvirus* y en particular del VVR. El genoma más grande corresponde al virus de la viruela bovina, que también cuenta con todos los genes identificados en el orden; estas observaciones han servido para proponer a este patógeno como ancestral dentro del grupo, aunque no directamente del VVR, que muestra una similitud mayor con el virus de

|        |                                                                                                                              |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| • 1520 | La viruela es introducida a Mesoamérica.                                                                                     |
| • 1804 | Se inicia la vacunación en la Nueva España.                                                                                  |
| • 1926 | Se expide el primer reglamento de vacunación por el Departamento de Salubridad y se hace obligatoria en la ciudad de México. |
| • 1930 | Se reportan 17,403 defunciones anuales.                                                                                      |
| • 1931 | La vacuna se lleva a poblaciones rurales en brigadas móviles.                                                                |
| • 1943 | Se registran 4,011 defunciones y en 1950 la mortalidad disminuye a 153.                                                      |
| • 1951 | Se registra el último caso de viruela en San Luis Potosí, México.                                                            |
| • 1970 | Se suspende la vacunación.                                                                                                   |

**Cuadro 1.** La viruela en México (Kumate, 2006).

la viruela del camello y el virus *Taterapox* aislado del gerbil *Tatera kempii* o *Gerbilliscus kempii*. Se ha sugerido que estos tres microorganismos divergieron de un ancestro común hace aproximadamente 3,000 o 4,000 años (Babkin y Babkina, 2015).

Además de la similitud a nivel genético, el virus variola y el de la viruela del camello son patógenos específicos de un hospedero, a diferencia de otros *Orthopoxvirus* como el VVB o el VVS, cuyo espectro de contagio es amplio. Para explicar las diferencias en la capacidad de infección de estos microorganismos se ha planteado como hipótesis una “evolución reductora en el genoma”; esta propuesta sugiere que en algunos virus se pierden o inactivan genes innecesarios en el proceso de contagio y adaptación a un nuevo huésped, interrumpiendo la transmisión a diferentes animales debido a la pérdida de información genética (en los extremos de la molécula). Este sería el caso del VVR, que no tiene otro anfitrión aparte del hombre y cuyo genoma se encuentra entre los más reducidos del grupo (Hendrickson y cols., 2010).

La recuperación y análisis de una muestra del siglo XVII ha llevado a proponer que la diversidad genética que conocemos del VVR es reciente; se habría originado aproximadamente hace 200 años, después de un proceso de deriva génica con la posible eliminación de linajes antiguos y, coincidiendo con el inicio de la vacunación a nivel

global (Duggan y cols., 2016). La especificidad del virus variola debió ser ventajosa si consideramos el potencial del *Homo sapiens* como anfitrión, una especie en constante crecimiento y movilidad que le aseguraron su replicación y dispersión durante siglos, aunque con el tiempo resultó un “callejón sin salida” debido a la vacunación.

## LA VIRUELA Y LAS VACUNAS

Cuando en 1796 Edward Jenner llevó a cabo su experimento histórico de inmunización para prevenir el contagio de la viruela, esta infección era endémica en Europa, continente al que fue introducida siguiendo las rutas comerciales y conflictos bélicos como la expansión árabe (s. VII) o las cruzadas (s. XI-XIII). De registros antiguos se han recuperado descripciones tempranas de la enfermedad que proceden de China (s. IV) y la India (s. VII), anteriores a la del médico persa Rhazes, quien distinguió clínicamente la viruela del sarampión hacia el año 910 de nuestra era; también se ha recuperado para la historia el conocimiento sobre la variolización, práctica que antecedió a las vacunas y la cual consistía en administrar por inhalación o a través de la piel (mediante pequeños cortes) material obtenido de las erupciones características del padecimiento (Thèves y cols., 2016).

Sin embargo, a diferencia de la variolización que continuó practicándose hasta el siglo XIX, el método utilizado por E. Jenner no requirió del virus variola; en su lugar, el sistema inmune fue retado con el de la viruela bovina y en casos posteriores con otro *Orthopoxvirus* que afectaba a los caballos, ambos ocasionaban síntomas benignos pero también brindaban protección en contra de la viruela humana (Esparza y cols., 2018). Conjuntamente a la especificidad del VVR por la especie humana, un factor más en el éxito de la vacuna es la inmunidad (reactividad) cruzada que producen estos virus, lo cual quiere decir que la infección con algún *Orthopoxvirus* genera defensas que ayudan en subsecuentes contagios con otros virus del

mismo grupo, haciendo innecesario el manejo o la exposición al letal patógeno.

Aunque la vacunación demostró ser efectiva, su aceptación fue difícil, la gente se manifestó en contra por motivos religiosos o escépticos del procedimiento; prueba de esto es una caricatura de 1802 que muestra a distintos sujetos con vacas brotando de sus cuerpos en tono de burla hacia E. Jenner y su proceso de inmunización, cuyo principio brindaría protección a otras enfermedades transmisibles en los siguientes dos siglos. No obstante, el tiempo no ha borrado el miedo y rechazo a las vacunas y, al igual que en el pasado, las personas desconfían de su necesidad, seguridad y eficacia, un problema que preocupa a la Organización Mundial de la Salud (OMS), la cual ha hecho un llamado para conocer las causas que han llevado a perder la confianza en los programas de vacunación, así como a comunicar adecuadamente sus beneficios y las consecuencias en la salud pública del creciente escepticismo individual y colectivo (de Menezes Succi, 2017).

La reticencia a la vacunación recibe el interés de los medios de comunicación y la sociedad cuando se presentan brotes de enfermedades transmisibles que involucran personas que no han recibido las vacunas pertinentes y que, paradójicamente, encuentran en los medios las afirmaciones que sustentan su desconfianza, información que no es respaldada por la evidencia científica y médica. Sin embargo, este fenómeno suele ser banalizado a través de etiquetas genéricas como la de “grupos antivacunas” y actitudes de arrogancia intelectual que limitan el diálogo y, sobre todo, la atención a las dudas que la población tiene en un mundo sobrecargado de información.

La OMS define estas reservas como

[...] la tardanza en aceptar la vacunación o el rechazo a las vacunas, pese a la disponibilidad de los servicios. [...] La reticencia es compleja, tiene características específicas en cada contexto y varía según el momento, el lugar y la vacuna.

Incluye factores como el exceso de confianza, la comodidad y la seguridad (MacDonald, 2015).

La complejidad se manifiesta en estudios que muestran las dudas que existen incluso en profesionales de la salud, personal de atención sanitaria –graduado– que expone su desconfianza acerca de la eficacia y seguridad de las vacunas. También en aquellos que requieren actualizar su conocimiento del tema, así como mejores herramientas de comunicación para argumentar sobre los riesgos y beneficios de la vacunación frente a padres preocupados que pueden recurrir a fuentes poco fiables de información (Dubé y cols., 2013; Mergler y cols., 2013).

Detrás del rechazo a las vacunas subyace la preocupación por su contenido, efectos secundarios y la cantidad de inmunizaciones que reciben los infantes; además, la falta de emergencia y memoria social, es decir, los brotes epidémicos de enfermedades transmisibles que en décadas pasadas llevaron a las naciones a conjuntar esfuerzos para su contención y eliminación. Varias generaciones han crecido sin conocer la angustia y severidad que la viruela y otras infecciones ocasionaban, con excepción del VIH y ahora el SARS-CoV-2. Si bien es cierto que el virus variola azotó a la humanidad durante siglos, en solo 40 años ha decaído su significación para la ciencia y la sociedad.

Como efecto colateral, el éxito de la vacuna contra la viruela y de las vacunas en general, ha restado importancia a las enfermedades prevenibles por vacunación en gran parte del mundo (incluidas naciones industrializadas). Además, nos ha vuelto omisos de patógenos emergentes y del hecho indudable de que virus, bacterias y parásitos están aquí, explorando el planeta y las oportunidades que ofrece a través de nuevos anfitriones como la especie humana.

#### **ORTHOPOXVIRUS EMERGENTES**

Entre las recomendaciones que la Comisión para la Erradicación de la Viruela precisó en 1980 se



© Raymín. Paseo de la serie *El circo de la vida*, óleo/lienzo, 90 x 115 cm, 2016.

encontraba contar con un programa de vigilancia de la viruela símica, un *Orthopoxvirus* endémico en República Democrática del Congo y, disperso en más países africanos del centro (Camerún, República del Congo, República Centroafricana) y occidente (Sierra Leona, Liberia, Nigeria). El VVS fue identificado en macacos (*Macaca fascicularis*) importados de Indonesia a Dinamarca en 1958; posteriormente, otros brotes fueron reportados en primates cautivos en Europa y Estados Unidos (Sklenovská y Van Ranst, 2018).

En humanos, el primer caso se reportó en 1970 y hasta 2018 se habían acumulado cerca de 563 casos confirmados en África y 37 en Estados Unidos (2003); estos últimos fueron originados por perritos de la pradera o llaneros (*Cynomys spp.*) comercializados como mascotas, los cuales estuvieron en contacto con diferentes especies de roedores

africanos (*Cricetomys spp.*, *Funisciurus spp.*, *Graphiurus spp.*) positivos para el VVS. Se debe resaltar que una de las especies silvestres en las que se ha encontrado este virus pertenece al género *Funisciurus* (Centers for Disease Control and Prevention, 2003; Sklenovská y Van Ranst, 2018).

Como parte de las acciones que se tomaron para prevenir la propagación del patógeno se aplicó la vacuna contra la viruela a un determinado número de personas, principalmente personal sanitario (Centers for Disease Control and Prevention, 2003). Esta medida consideró la inmunidad cruzada que se genera bajo la exposición a un *Orthopoxvirus*, la misma que podría haber ayudado a contener la transmisión del VVS (u otros virus del mismo género) en poblaciones expuestas y que



© Raymín. *La cuerda floja* de la serie *El circo de la vida*, óleo/lienzo, 90 x 115 cm, 2016.

se ha ido perdiendo con el cese de la vacunación en el siglo pasado (Sklenovská y Van Ranst, 2018). También se ha reportado la infección en humanos con el virus vaccinia, de la viruela bovina y otros *Orthopoxvirus* después de declarar la erradicación de la viruela humana (Schelkunov, 2013).

El resurgimiento de la viruela por acciones deliberadas, así como la emergencia de otros *Orthopoxvirus* son preocupantes debido a la falta de inmunidad en las nuevas generaciones.

Frente a este hecho, debemos recordar que un tercer elemento que ayudó en la erradicación de la enfermedad fue la voluntad y participación colectiva; la protección a nivel de grupo que se logró a través de la vacuna ha trascendido el tiempo hasta ahora, al igual que sucede con otras enfermedades transmisibles.

## CONCLUSIÓN

Mientras se concluye este texto, el mundo ha entrado en pausa de manera repentina –aunque sobre aviso– ante la circulación de un nuevo virus de RNA, el coronavirus SARS-CoV-2, que se tornó rápidamente en pandemia perturbando la normalidad en la que se ha vivido por décadas. Con antelación a la aparición de este patógeno, la humanidad se descubrió en alerta por los virus: Chikungunya, SARS-CoV, MERS-CoV y Ébola, además de la preocupación por la reemergencia de otros virus como el sarampión... y antes estuvo la viruela.

La erradicación de esta enfermedad ha sido un momento crucial en la historia, un logro que ha ido quedando en el olvido junto a las acciones que lo hicieron posible. Sin embargo, la desconfianza abierta –una vez más– entre distintas naciones, así como las deficiencias que muestran

los sistemas de salud en el mundo (expuestas en la reciente pandemia por el SARS-CoV-19) pueden aumentar la intranquilidad ante nuevos brotes del virus variola u otros *Orthopoxvirus*, un temor que persiste en algunos sectores de la sociedad, sobre todo cuando más de una generación carece de inmunidad debido a la falta de vacunación o exposición natural.

Frente a la incertidumbre es necesario apoyar la investigación científica, fortalecer los sistemas de salud y mejorar la comunicación de riesgo. Además, adquirir una cultura de prevención fundada en la educación, sin olvidar la experiencia histórica que la humanidad ha pasado con la viruela.

## B I B L I O G R A F Í A

Babkin IV and Babkina IN (2015). The origin of the Variola Virus. *Viruses* 7(3):1100-1112.

Centers for Disease Control and Prevention (2018). 2003 U.S. Outbreak. Recuperado de: <https://www.cdc.gov/poxvirus/monkeypox/outbreak.html> (consultado 27 de mayo 2020).

De Menezes Succi RC (2018). Vaccine refusal –what we need to know. *Jornal de Pediatria* 94(6):574-581.

Dubé E, Laberge C, Guay M, Bramadat P, Roy R and Bettinger J (2013). Vaccine hesitancy. *Human Vaccines & Immunotherapeutics* 9(8):1763-1773.

Duggan AT, Perdomo MF, Piombino-Mascoli D, Marcinik S, Poinar D, Every MV, *et al* (2016). 17<sup>th</sup> Century variola virus reveals the recent history of smallpox. *Current Biology* 26(24):3407-3412.

Esparza J, Nitsche A y Damaso CR (2018). Beyond the myths: novel findings for old paradigms in the history of the smallpox vaccine. *PLOS Pathogens* 14(7):e1007082.

Hendrickson R, Wang C, Hatcher EL and Lefkowitz EJ (2010). *Orthopoxvirus* genome evolution: the role of gene loss. *Viruses* 2(9): 1933-1967.

Kumate J (2006). La viruela. En Urbina FM, Moguel AA, Muñiz MME y Solís UJA (coords.), *La experiencia mexicana en salud pública: oportunidad y rumbo para el tercer milenio*. Secretaría de Salud, México (pp. 41-53).

MacDonald NE, the Sage Working Group on Vaccine Hesitancy. (2015). Vaccine hesitancy: definition, scope and determinants. *Vaccine* 33(34):4161-4164.

Marennikova SS y Moyer RW (2005). Classification of poxviruses and brief characterization of the genus *Orthopoxvirus*. En Shchelkunov SN, Marennikova SS y Moyer RW (Eds.), *Orthopoxviruses pathogenic for humans* (pp. 11-18). Springer, New York, EUA.



© Raymín. *Ritualidad de la serie El circo de la vida*, óleo/lienzo, 100 x 80 cm, 2016.

Mergler MJ, Omer SB, Pan WKY, Navar-Boggan AM, Walter O, Marcuse EK *et al* (2013). Are recent medical graduates more skeptical of vaccines? *Vaccines* 1(2):154-166.

Schelkunov SN (2013). An increasing danger of zoonotic *Orthopoxvirus* infections. *PLOS Pathogens* 9(12):e1003756.

Shchelkunova GA y Shchelkunov SN (2017). 40 Years without Smallpox. *Acta Naturae* 9(4):4-12.

Sklenovská K and Van Ranst M (2018). Emergence of monkeypox as the most important *Orthopoxvirus* infection in humans. *Frontiers in Public Health* 6:241.

Thèves C, Crubézy E and Biagini P (2016). History of smallpox and its spread in human populations. *Microbial Spectrum* 4(4):1-10.

World Health Organization (2016). Smallpox in the post eradication era. *Weekly Epidemiological Record* 91(20):257-264.

**Antonio T. Araujo Soto**  
[tonosp@live.com](mailto:tonosp@live.com)



© Raymín. *La ruleta de la vida* de la serie *El circo de la vida*, óleo/lienzo, 105 x 85 cm, 2015.

# Importancia del cambio climático

**Alejandro Córdova Izquierdo**  
**Gustavo Ruiz Lang**

El panel intergubernamental sobre cambio climático, IPCC por sus siglas en inglés, realizó un estudio sobre la relación entre suelos, agricultura y cambio climático, en el que se hace un llamado de atención sobre las amenazas que pueden desfigurar la biósfera y aniquilar la especie humana. El análisis subraya el uso del suelo, la producción de alimentos y las emisiones de gases de efecto invernadero. La advertencia que formula el IPCC asegura que la agricultura, la ganadería y la silvicultura generan 23 % del total de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) cada año. Por otra parte, este panel recuerda que los suelos del planeta son responsables de absorber aproximadamente un 30 % del CO<sub>2</sub> emitido cada año por la industria y el sector energético. En agosto de 2019 se publicó el último informe del IPCC, donde se afirma que la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero de todos los sectores es el único modo de mantener el calentamiento global por debajo de 1.5 °C. Los recientes informes sobre el estado de la biodiversidad de la Plataforma Intergubernamental de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (IPBES) señalan que alrededor de un millón de especies entre animales y plantas se encuentran al borde de la extinción a consecuencia de las actividades humanas. Esta plataforma indica que es inadmisibles que tantos gobiernos, parlamentos, partidos políticos e instituciones públicas sigan entregados a las presiones de las grandes empresas,



© Raymín. *El Mimo* de la serie *El circo de la vida*, óleo/lienzo, 90 x 115 cm, 2014.

los bancos y los mercados financieros en lugar de velar por el bien común, por las personas y el planeta que habitamos.

## INTRODUCCIÓN

El IPCC indica que cerca de 30 % de la producción mundial de alimentos se pierde o desperdicia. El reducir estos desechos contribuiría para reducir las emisiones de GEI. El IPCC también afirma que es necesario combatir la desigualdad que impera en el sector rural a nivel mundial para frenar las emisiones de gases de efecto invernadero. Los patrones de consumo y el tipo de dieta predominante afectan la cantidad de tierra y agua que se necesitan para la producción de alimentos. El panel calcula que por cada kilogramo de proteína animal

producida se necesitan 10,000 litros de agua, 9 kg de granos y el equivalente a 18 kg de capa orgánica de tierra.

El panel señala que no hay que olvidar que en el capitalismo el objetivo de la producción mercantil agrícola no es generar alimentos para la población, sino producir ganancias para las corporaciones. En la producción capitalista el desperdicio es parte del valor agregado que se vende como mercancía. Un rasgo fundamental del capitalismo es la tendencia a la concentración del poder de mercado en pocas empresas.

Los abusos de la concentración del poder van desde la manipulación de precios de los productos hasta las violaciones de los derechos humanos en poblaciones campesinas. El IPCC no es capaz de examinar el verdadero motor de la destrucción ambiental provocada, por ejemplo, por las grandes plantaciones de palma para la producción de aceite

en el sudeste asiático, o por la ganadería y la soya transgénica en América Latina.

En la actualidad la concentración de GEI en la atmósfera alcanza unas 445 partes por millón (PPM). Cada año se añaden otras 2.5 partes por millón, si no se logran las metas de reducciones de emisiones, a finales del siglo XXI se habrán añadido unas 300 PPM y habremos alcanzado el nivel de 750 PPM hacia finales de este siglo. Los modelos sobre cambio climático más rigurosos indican que ese nivel de acumulación de GEI nos da una probabilidad de 50 % de que la temperatura promedio aumente unos 5 °C con respecto a la que prevalecía a mediados del siglo XIX. La última vez que el planeta tuvo temperaturas tan elevadas fue hace cerca de 30 millones de años. En la actualidad, los científicos advierten que nos estamos dirigiendo hacia un cambio de temperatura de 3 °C.

Las consecuencias del cambio climático serán: mayor desertificación, sequías, incendios forestales, eventos meteorológicos más violentos y más frecuentes, así como migraciones masivas. Desde que terminó la edad de hielo, hace unos 12,000 años, el clima se ha mantenido relativamente estable, eso provocó la consolidación de la agricultura y la incorporación de lo que hoy llamamos “civilización”; esa pequeña franja en la que la temperatura se mantiene benigna se encuentra actualmente muy amenazada.

Los acuerdos internacionales para reducir las GEI son definitivamente insuficientes para limitar el cambio climático a niveles que no sean peligrosos. COP 25, la Conferencia de las Partes o COP, es el órgano supremo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). En ella, los jefes de Estado y de Gobierno, o en su nombre los ministros, toman decisiones para intentar mitigar los efectos de la crisis climática derivados de la acción humana. Convocados por más de 850 organizaciones civiles y ecologistas en Madrid, exigieron a los líderes mundiales acciones para frenar la crisis ambiental.

Aun si se cumplieran las promesas de reducciones de GEI en el marco del Acuerdo de París, el cambio climático alcanzará entre 3 y 4.5 °C para

finales de este siglo. Ese aumento de temperatura es una amenaza sobre la humanidad. Actualmente las emisiones de GEI no están disminuyendo. Después de unos tres años de estabilizarse, las emisiones han vuelto a aumentar. Los países con más emisiones son China, Estados Unidos, India, Rusia, Japón y Alemania. México ocupa el duodécimo lugar. Lo que haga nuestro país en este terreno no solamente será una contribución a escala mundial, también tiene que ver con el bienestar y la seguridad de nuestra población, pues más de la mitad de los 2,458 municipios de nuestro país se encuentran marcados por una fuerte vulnerabilidad frente al cambio climático. Con la panorámica descrita, la política energética de México debe abandonar el uso de combustibles fósiles y dar prioridad a la transición energética hacia las energías renovables.

La ONU ha afirmado que cambiar la forma de comer frenará el calentamiento global. El planeta necesita modificar urgentemente la manera de usar y cultivar sus tierras para garantizar, a la vez, la seguridad alimentaria de sus habitantes y luchar contra el cambio climático; así lo señala el IPCC, que subrayó la importancia de implementar acciones “a corto plazo” contra la degradación de las tierras, el desperdicio de alimentos y las emisiones de gases de efecto invernadero del sector agrícola.

## CAMBIO CLIMÁTICO

Las delegaciones de los 195 países miembros del IPCC analizaron durante cinco días el informe denominado *El cambio climático, la desertificación, la degradación de los suelos, la gestión sostenible de las tierras, la seguridad alimentaria y los flujos de gases de efecto invernadero*. Cynthia Rosenzweig, científica de la NASA especializada en clima y coautora del estudio, señala “la amenaza de que el cambio climático afecte a la comida que la gente lleva a la mesa está creciendo”. Si la gente cambia la forma en que se alimenta, cultiva la comida y gestiona los bosques, podría ayudar a salvar el planeta de un



© Raymín. *Acrobacia* de la serie *El circo de la vida*, óleo/lienzo, 105 x 85 cm, 2014.

futuro cálido. La superficie cultivable de la Tierra, que equivale apenas a alrededor de 30 %, se calienta al doble de velocidad que la Tierra en conjunto. El reporte especial, escrito por más de 100 científicos en la reunión en Ginebra, estudia cómo el cambio climático afecta a las tierras que se usan para el cultivo, para la ganadería o para los bosques, así como las cuestiones de la seguridad alimentaria, las prácticas agrícolas y la forma en la que la deforestación modifica el clima. Concluye que el uso actual de las tierras no es sostenible y contribuye al cambio climático.

Según este informe, ya no queda mucho tiempo porque el calentamiento de las tierras emergidas alcanzó 1.53 °C, el doble del aumento global de la temperatura (incluyendo los océanos). El margen de maniobra es muy estrecho si se quiere limitar el cambio climático y también, al mismo tiempo, alimentar

de forma correcta a una población mundial que este siglo superaría 11 mil millones de personas.

Hoesung Lee, presidente del IPCC, expresó que la humanidad tiene que pensar de manera mucho más exhaustiva cómo utilizar cada hectárea. Las tierras tienen que permitir cultivar nuestros alimentos, proporcionar biodiversidad y agua dulce, dar trabajo a miles de personas y capturar miles de millones de toneladas de carbono.

El IPCC elaboró distintas hipótesis para lograr el objetivo de liberar el aumento de temperatura a 1.5 °C o a menos de 2 °C, respecto a la época preindustrial. Estas hipótesis incluyen el cambio del uso de las tierras, la reforestación y el uso de las bioenergías, entre otras medidas. Para el IPCC, además de reducir los gases de efecto invernadero, hay que cambiar también los hábitos de consumo. Actualmente, entre el 25 y 30 % de la producción total de comida se desperdicia y, paralelamente, unos 820 millones de personas en el mundo siguen pasando hambre. La mejora de las prácticas agrícolas (siembra directa y fertilización dirigida) pueden ayudar a disminuir el calentamiento al reducir las emisiones de carbono actuales hasta el 18 % para el año 2050, según el reporte.

La pesca ilegal y la contaminación que arrastran los ríos a las costas han deteriorado los océanos. La pesca ilegal es un gran problema, ya que representa 20 % de la actividad pesquera mundial y pone en peligro la vida marina, además de que se asocia a crímenes como contrabando de drogas y de personas. Se calcula que se pierden por año 23 mil millones de dólares por la pesca ilegal. De ese monto, 60 % corresponde al Océano Pacífico (AFP, 2019). La Antártida, el casquete polar del hemisferio sur se está derritiendo cada vez más rápido por causa del caos climático provocado por el capitalismo industrial. El principal motor del cambio climático es el capitalismo industrial basado en combustibles fósiles (petróleo, gas, carbón) y los únicos que se benefician son una pequeña minoría de países, empresas e individuos ricos.

La mayoría de las migraciones debidas al clima responden a la ecuación de que se producen en el llamado sur global. Mientras que el hemisferio



© Raymín. La Máscara de la serie El circo de la vida, óleo/lienzo, 90 x 115 cm, 2015.

norte es el causante del 80 % de las emisiones de efecto invernadero. Por lo tanto, las naciones en vías de desarrollo son las que pagarán el progreso de las ricas, pues asumirán entre el 75 y el 80 % del costo del cambio climático, según el Banco Mundial. Rosa Otero, portavoz del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados (ACNUR) en España, comenta que es importante que los países se preparen ante estos fenómenos, pero en especial faltan más recursos para los países pobres que no tienen fondos.

## CONCLUSIONES

Las afectaciones al medio ambiente se pueden frenar con una política de conservación biocultural basada en la biología de la conservación.

La biología de la conservación sostiene que la salud debe estar presente en el ser humano, en los animales y en los ecosistemas. Lo anterior

implica que en la sociedad se tomen en cuenta no solo los conocimientos científicos, sino también los tradicionales sobre la naturaleza.

La importancia del cambio climático está en su relación con los seres vivos y su entono. Los cambios se están viviendo en el mundo entero. Por ejemplo, donde antes hacía mucho calor, ahora es lo contrario y viceversa, situaciones que han repercutido en la aparición de nuevos padecimientos, tanto en humanos como en animales, creemos que las políticas gubernamentales deben estar orientadas a la conservación del ambiente y la salud pública y animal.

**Alejandro Córdova Izquierdo**  
**Gustavo Ruíz Lang**  
**Departamento de Producción Agrícola y Animal**  
**Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco**  
[acordova@correo.xoc.uam.mx](mailto:acordova@correo.xoc.uam.mx)



© Raymín. *El duende azul* de la serie *El circo de la vida*, óleo/lienzo, 115.5 x 90 cm, 2009.

# La dependencia alimentaria: un síntoma de la crisis estructural del actual sistema mundo

Edwin Alberto **Fernández Sarabia**

Durante la década de los setentas el sistema capitalista entró en recesión profunda, producto de la caída de los precios del petróleo. La “crisis”, ocurrida a escala mundial en la década de 1970, trajo consigo la debacle del modelo keynesiano de economía mundial, que planteaba la imposibilidad del mercado para regirse por sí mismo y con ello la necesidad de intervención estatal en el proceso económico de la sociedad, por ello los gobiernos se ocupaban de regular y subsidiar procesos para el mantenimiento de sus ciudadanos.

Esta “crisis” del sistema mundial encontró en el neoliberalismo su válvula de escape que desde esos años se ha establecido como doctrina económica dominante, tanto en el substrato de la política económica de los países así como en las concepciones que rigen la economía internacional (Montes, 1996).

Desde mediados de los sesenta se venía discutiendo la poca plausibilidad del Estado keynesiano y la necesidad de un nuevo modelo que proponía que la tasa de crecimiento es determinada fundamentalmente por la oferta y cuyo móvil es la ganancia (Gallego, 2002). Sin embargo, es hasta principios de los ochenta que este modelo, conocido como neoclásico, logra situarse con posibilidades concretas ante la crisis fiscal del Estado keynesiano.

La caída del keynesianismo supuso que las concepciones neoliberales se impusieran rotundamente a lo largo de la década de 1980 como resultado del fracaso de los intentos por resolver la crisis mundial y la recuperación de la tasa de ganancia que fueron fuertemente disminuidas en la década anterior. También fue considerada primordial para esta recuperación la existencia de una competencia en mercados plenamente abiertos (Hirsch, 2001).

El modelo económico neoclásico, en su fase neoliberal, plantea la libertad absoluta de los mercados y su escasa regulación. Prácticamente deja el proceso económico a una especie de “azar” controlado que se supone será ajustado de manera homeostática por el mercado. Esto, en el contexto de una apertura externa encaminada a la integración de mercados a nivel global. La teoría neoclásica, núcleo duro del sistema neoliberal, plantea como solución económica una política de oferta y demanda cuyos rasgos esenciales son el predominio del mercado, la desregulación del mercado laboral, la reducción de los salarios y el desmantelamiento del estado de bienestar o keynesiano.

Esta política de oferta busca que la producción sea llevada en las mejores condiciones competitivas sin prestar atención a lo individual y social. Todo con el objetivo de aumentar la tasa de ganancia. Se supone que por esta vía se alcanzará el mayor nivel de actividad que reactive la economía y con ello mayor empleo y bienestar (Montes, 1996). Sin embargo, esta idea, cuando es trasladada a la realidad no funciona tal y como se plantea, pues no presta atención a los aspectos sociales, menos a la individualidad. Desde esta perspectiva, el modelo neoliberal en acción opera en “aguas” seguras en lo macroeconómico, donde los grupos poderosos obtienen tasas de ganancia de gran magnitud, pero también con gran inequidad. Al no existir regulación, se presenta un terreno fértil para que se lleven a cabo abusos de poder, manejo de salarios excesivamente bajos, poca seguridad social de los trabajadores etc. Además, que los países poderosos

encuentran en este sistema neoliberal una moneda de cambio para obtener control político mediante coerciones económicas principalmente.

## EL MODELO NEOLIBERAL Y EL MERCADO DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS

Este modelo neoliberal ha sometido a las clases subalternas a una escena desfavorable (Rubio, 2001). Sus estragos han permeado todas las esferas de la economía y política de una manera constante a escala mundial. Uno de los escenarios que fue transgredido por el establecimiento del neoliberalismo como modelo económico mundial dominante ha sido el mercado agrícola de producción de alimentos. Los últimos 30 años han evidenciado la consolidación de una agricultura con rasgos y particularidades que son excluyentes

© Raymín. *Marabarismo* de la serie *El circo de la vida*, óleo/lienzo, 105 x 85 cm, 2014.





© Raymín. *Meditación* de la serie *El circo de la vida*, óleo/lienzo, 90 x 115 cm, 2015.

y con carácter polarizador (Rubio, 2001). El mercado agrícola de los últimos tres decenios ha dejado a los pobres fuera del mercado económico, más bien como sujetos de dominación, pero con poco poder de decisión para mantenerse de manera activa en este mercado. Los desposeídos y atrasados son excluidos y condenados a seguir sobreviviendo en un modelo económico donde no se les ha tomado en cuenta para el funcionamiento de la economía.<sup>1</sup> El mercado de alimentos a escala mundial se redujo a un pequeño grupo de países desarrollados y se convirtió en un elemento de dominación económica y política.<sup>2</sup> Existen unas cuantas megacompañías alimentarias que se posicionaron de manera dominante frente a los grupos de productores locales o pequeñas empresas familiares.

Blanca Rubio (2001) comenta que desde la década de los ochenta se instituyó un nuevo orden agrícola internacional, donde un grupo de países desarrollados centralizó la producción tanto de los mercados como de los canales de comercialización. La agricultura ha sido monopolizada y con ello se logró vulnerar la soberanía alimentaria de la mayoría de países subdesarrollados que entraron al “juego” del neoliberalismo. En el caso

de Latinoamérica estas compañías monopólicas tomaron una estrategia que consiste en el sabotaje de los productos locales. Estas corporaciones han aprovechado la situación del libre mercado teniendo al “mundo” como su protectorado (Mc Michael, 1999).

Esto se logró, en parte, porque a partir de la década de los ochenta ascendieron al poder en Latinoamérica gobernantes con orientación neoliberal que privilegiaron la obtención de bienes baratos, de importación, aun cuando esto genere una dependencia alimentaria de exportación de insumos básicos para la población. Las grandes transnacionales han rebasado la política económica de los Estados Nacionales y se instauraron como empresas corporativas que actúan más allá de estas fronteras. Así, las transnacionales mantienen un control político de los lugares donde se hallan insertos. Tal como afirma Mc Michael existe un imperialismo monopolizado para el control de la agricultura y con ello los flujos alimentarios (Mc Michael, 1999).

Blanca Rubio también comenta que en Latinoamérica las transnacionales excluyen a la agricultura, productora de alimentos básicos, de sus mecanismos de reproducción. Con ello la condenan a la decadencia. Este dominio excluyente, tal como lo llama la autora, tiene una de sus bases en los aparatos de explotación que han sido impulsadas por las agroempresas multinacionales sobre los productores de insumos agrarios locales. Esto se logra imponiendo bajos precios a los productos agrícolas básicos sin un soporte de subsidios oficiales, hecho que acaba disminuyendo los ingresos de los productores y, con ello, su capacidad productiva que deriva por lo tanto en su exclusión del mercado<sup>4</sup> (Rubio, 2001). La desregulación que han impulsado los países desarrollados sobre las economías latinoamericanas, en el marco de la política económica neoliberal, ha logrado la apertura de sus fronteras. Con ello las agroempresas se han podido abastecer de insumos importados a bajos precios.

Resulta este hecho un contrasentido. En muchas ocasiones las transnacionales compran insumos baratos en países latinoamericanos, para empacarlos en sus países hegemónicos, y exportarlos de nuevo a Latinoamérica y el mundo a precios exorbitantes creando, así, no solo dependencia alimentaria, sino ampliando más la brecha económica. Este es el aspecto más voraz de la actual economía mundo con sus redes de dominación.<sup>5</sup>

Wallerstein (1983), propone que las constantes crisis a las que se ha enfrentado el sistema capitalista son producto del fallecimiento de la economía mundo. Acontece desde los años setenta una crisis sistémica histórica que se agudizó con la implementación del modelo neoliberal. Según este autor, el sistema capitalista se ha enfrentado en varias ocasiones a colapsos económicos que se solucionan con estrategias que a su vez acentúan con gravedad las propias contradicciones del sistema capitalista de acumulación. Esta crisis estructural del sistema se produce como un proceso prolongado y de alcance mundial. Las constantes depresiones económicas que vienen sucediendo desde los años veinte son producto de un sistema que entra en contradicción consigo mismo.

Debemos entender que el actual régimen de la agricultura mundial, que ha desencadenado en una gran dependencia alimentaria por parte de los países subdesarrollados y también de un estancamiento de la agricultura de pequeños productores, fue el resultado de la profunda crisis que sucedió en los años setenta y con ello la implementación del modelo neoliberal para recuperar las tasas de ganancia. Estas crisis son concebidas por Wallerstein como una forma de transición hacia otros estadios del capitalismo, con fases más despiadadas, monopolísticas y dominantes, en búsqueda de continuar con esta acumulación y el aumento de las tasas de ganancia. Wallerstein (2010) comenta que la depresión en la que ha caído el mundo continuará todavía un buen tiempo y será aún más profunda. “Nos acercamos a una paralización del sistema

del cual el mundo difícilmente podrá sustraerse” (Wallerstein, 2010).

La monopolización de la agricultura y la dependencia alimentaria a la cual están sujetos los países subdesarrollados, gran parte de ellos latinoamericanos, forma parte de un proceso histórico que viene desencadenándose desde los años veinte del siglo pasado, con caídas y reveses del capitalismo y con recuperaciones, como ejemplos más característicos: el estado keynesiano y modelo neoliberal, para el mantenimiento de este sistema capitalista de acumulación.<sup>6</sup>

Blanca Rubio (2001) comenta al respecto:

Los ajustes en el capitalismo se realizan a través de violentas crisis financieras que en el actual modelo se han vuelto recurrentes y tienen impacto en los mercados mundiales. Mientras el modelo neoliberal continúe existiendo, dichas crisis van a seguir desestabilizando los mercados y afectando con ello la esfera productiva hasta que se produzca la crisis definitiva en la cual se ponga de manifiesto el agotamiento del régimen de acumulación.

Wallerstein denomina esta problemática que refiere Rubio como crisis estructural, una situación en la cual un sistema histórico debido a su desarrollo interno ha acentuado sus contradicciones hasta el punto en que no puede continuar con la misma estructura (Wallerstein, 1982). Esta crisis estructural es la resultante de un macroproceso histórico que va concatenado procesos de mediano alcance como podrían ser las crisis financieras. Sin embargo, la crisis estructural no está circunscrita a un periodo específico y sus consecuencias no son claras, ni cuantificables. Pero amenaza con realizar un cambio de dimensiones en lo que hoy conocemos como sistema económico, político y social del mundo.

## CONCLUSIONES

La monopolización de la agricultura es parte de la descomposición de clases que se ha exacerbado

en este modelo capitalista en fase neoliberal. La existencia de una dependencia alimentaria, es una de los síntomas de esta crisis estructural de la que hablan autores como Rubio, Wallerstein y André Gunder Frank.

Este hecho, el monopolio de la alimentación y la seguridad alimentaria de los países, y con ello a su vez de las poblaciones que ahí habitan, podría ser uno de los elementos determinantes en lo que Wallerstein llama: la búsqueda de un sistema sucesor, del actual en el que nos encontramos. La dominación de los alimentos en unas cuantas “manos” a nivel mundial, que ponen en aprietos la suficiencia alimentaria de la población que habita los países subdesarrollados, es un elemento que podría ser básico en la reestructuración del sistema mundo.

Por último, existe al parecer una tendencia romántica en esta búsqueda del cambio de sistema mundo, hacia una transición a un sistema más democrático, pero existe una carencia de propuestas en la construcción de una economía mundial diferente a la que ahora conocemos.

Lamentablemente la historia es ciega, y tal vez dentro de un siglo nuestros descendientes lamenten todo lo que hicimos. En el mejor de los casos, explica el autor, tenemos un cincuenta por ciento de probabilidades de crear un mejor sistema mundo que este en el cual vivimos, pero también un cincuenta por ciento de que creemos un “Frankenstein económico mundial” peor del que hoy conocemos.

## NOTAS

<sup>1</sup> García Pascual expone: “El modelo de desarrollo elegido, han constatado que la abrumadora mayoría de los agricultores no se han beneficiado significativamente del neoliberalismo, antes al contrario, la mayoría de los agricultores familiares y en gran parte agricultores asalariados siguen estando bajo los parámetros de una actividad infracapitalizada, poco productiva, nada rentable y casi sin ningún apoyo de la administración, lo que los conduce al empobrecimiento generalizado” (García Pascual, 2003).

<sup>2</sup> Auspiciado por las grandes trasnacionales de producción de alimentos que mantienen un monopolio mundial en estos productos.

<sup>3</sup> Se calculaba que en 1997 la Unión Europea concedía 526 dólares de subsidio por Hectárea, Estados Unidos otorgaba 59 y México solamente 26. Además existe una desigualdad en el costo del

dinero según un estudio realizado por el Consejo Nacional Agropecuario, mientras que en EEUU las tasas de interés fueron del 4.5%, en México alcanzaron 19.1% en el año 1999 (Rubio, 2001).

<sup>4</sup> Acciones fetichizadas que se nos presentan en la realidad como relaciones de producción “equitativas” por el discurso dominante. Tal como lo plantea Holloway: “Vivimos en un mundo rodeado de mercancías, de objetos fuera de nosotros que hemos producido pero que no controlamos ni reconocemos. (Holloway, 1990).

<sup>5</sup> La crisis obliga a una restructuración del capital: Por medio de la destrucción de los capitales poco eficientes. La crisis es al mismo tiempo un rompimiento y una reestructuración (Holloway, 1999).

## REFERENCIAS

García Pacual F (2003), La agricultura Latinoamericana en la era de la globalización y de las políticas neoliberales: un primer balance. En *Revista de Geografía* 2.

Gunder Frank A (1983). Crisis de ideología e ideología de la crisis. En Amín, Samir, Arrighi, Giovanni, Gunder Frank, André y Wallerstein, Immanuel, *Dinámica de la crisis Global*, Siglo XXI, México.

Hirsch J (2001). *El Estado Nacional de competencia*. Estado, democracia y política en el capitalismo global, Universidad Autónoma de Metropolitana, México.

Holloway J (1990). Crisis, Fetichismo y composición de clase. En revista *Relaciones* 3, Universidad Autónoma Metropolitana, México.

Mc Michael P (1999). La política alimentaria global (Traducción de Roberto Diego). En *Cuadernos Agrarios* 17-18.

Montes P (1996). *El desorden neoliberal*, Editorial Trotta, España.

Rubio B (s/f). *La agricultura mundial de fin de siglo: hacia un nuevo orden agrícola internacional*.

Rubio B (2001). La agricultura latinoamericana. Una década de subordinación excluyente. En revista *Nueva Sociedad* 174.

Wallerstein I (1983). La crisis como transición. En Amín, Samir, Arrighi, Giovanni, Gunder Frank, André y Wallerstein, Immanuel, *Dinámica de la crisis Global*, Siglo XXI, México.

Wallerstein I (2010). ¿Crisis, cuál crisis? En *La crisis Sistémica y las nuevas condiciones de legitimación*. Gandasegui, Marco y Castillo, Didimo (Coord.). Estados Unidos.

**Edwin Alberto Fernández Sarabia**  
**Doctorado en Ciencias en Ecología**  
**y Desarrollo Sustentable**  
**El Colegio de la Frontera Sur, Unidad San Cristóbal**  
**CONACYT**  
[eafernandez@ecosur.edu.mx](mailto:eafernandez@ecosur.edu.mx)



© Raymín. *Hula Hula* de la serie *El circo de la vida*, óleo/lienzo, 115 x 90 cm, 2014.

# Hay que ser picudo para acabar con el AGAVE

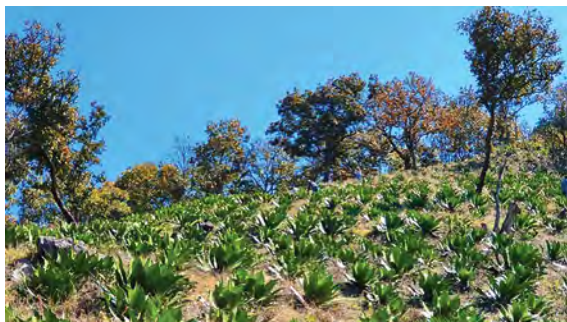
**Samuel Cruz-Esteban**  
**Patricia Hernández-Ledesma**

En México, el sector productivo de agave pesa económicamente puesto que es la materia prima para la elaboración de mezcal y tequila. El estado de Michoacán cuenta con denominación de origen para la elaboración de ambas bebidas y ocupa el tercer lugar nacional en la producción en volumen de este cultivo (SAGARPA, 2017). Los principales municipios que destacan son: La Piedad, Morelia, Queréndaro, Churintzio, Tzitzio, Madero, Jiquilpan, Los Reyes, Tocumbo, Villamar, Peribán y Jiménez, entre otros.

Entre los paisajes de pinos, aguacates y frutos suaves en varias de las rutas de Michoacán, destacan los cultivos del agave (Figura 1); existen municipios que ofrecen rutas recreativas del agave al turismo. Una de las rutas conocidas es la de la “Flor del mezcal” en Etúcuaro, municipio de Madero, donde pueden observarse algunas variedades de agave: *Agave angustifolia* Haw, *A. cupreata* Trel & A. Berger, *A. filifera* Salm-Dyck, *A. hookeri* Jacobi, *A. inaequidens* K. Koch, *A. schidigera* Lem y *A. tequilana* F. A. C. Weber variedad azul, entre otras.

## EL PICUDO DEL AGAVE

Uno de los principales problemas que enfrentan los productores de agave es la presencia del escarabajo



**Figura 1.** Cultivos de *Agave inaequidens* K. Koch.



**Figura 2.** Picudo del agave (♂), *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal (Foto: SCE).

*Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae) (Figura 2), es considerado como la principal plaga del agave en todo el mundo (Waring y Smith, 1986) y México no es la excepción, la plaga se ha reportado en todos los estados en donde se cultiva el agave. Este insecto es mejor conocido como el picudo negro, picudo del agave o max del henequén, se trata de un insecto que se distribuye ampliamente por todo el mundo y que se creía especialista en atacar plantas pertenecientes a las familias Agavaceae, Amaryllidaceae, Asparagaceae y Nolinaceae, aunque ya se ha reportado en otras familias como Cactaceae y Dracaenaceae (SENASICA-DGSV, 2016). En México, *Scyphophorus acupunctatus* afecta en grados diversos a las industrias de los agaves, reportándose pérdidas que se calculan del 24.5 % en agave tequilero (Solís-Aguilar y cols., 2001), 30 % en el agave pulquero y hasta el 40 % en cultivos de henequén (Valdés-Rodríguez y cols., 2004).

Este escarabajo es sumamente perjudicial, los adultos ovipositan en las partes más tiernas de los cogollos; al emerger, las larvas se alimentan de las piñas y al hacerlo van barrenando hacia el interior de las plantas, formando galerías y dejando perforaciones en las pencas (Figura 3), provocando la pudrición, ya sea por oxidación del tejido vegetal o por el desarrollo de fitopatógenos (Solís Aguilar, 2001).

Los adultos, además de alimentarse de los tejidos del agave, también pueden ser transmisores de

hongos y bacterias fitopatógenas; en ambos casos, provocando una reducción de materia prima o la pérdida total de la planta (Figura 3) (Rodríguez, 1999). Una piña de mezcal puede pesar de 45 a 120 kg, dependiendo de la variedad y el desarrollo del cultivo. Según el encargado destilador de la “Flor del mezcal” –don José Luis–, se necesitan 12 kg de agave para producir 1 litro de mezcal, por lo que, un picudo puede ocasionar una pérdida de 3.75 a 10 litros, ya que la mayoría de sus ataques ocasionan la pérdida total de la planta (Rodríguez, 1999) (Figura 3).

#### CONTROL DEL PICUDO DEL AGAVE

El uso de insecticidas como método de control de *Scyphophorus acupunctatus* ha fracasado debido a que tanto larvas como adultos se alojan en el interior de los tejidos, donde difícilmente llega a penetrar el insecticida en el momento de aplicarlo (Valdés-Rodríguez y cols., 2004). Además, este método de control está relacionado con efectos adversos al ambiente y a la salud humana, por lo que es necesaria la búsqueda de nuevas alternativas que puedan ser usadas en un manejo integral de esta plaga.

Una de estas alternativas es el control etológico, una estrategia prometedora para el manejo de insectos plagas, que consiste en aprovechar el comportamiento de los insectos ante ciertos inoquímicos, tales como las feromonas o kairomonas. Las feromonas son sustancias químicas secretadas por los seres vivos, con el fin de provocar



**Figura 3.** Planta dañada y pérdida total por ataque del picudo del agave, *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal (Foto: SCE).



**Figura 4.** Trampa y atrayente recomendado para el control de poblaciones del picudo del agave, *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal (Foto: SCE).

comportamientos específicos en otros individuos de la misma especie. Las kairomonas son sustancias químicas emitidas por un organismo, que media interacciones interespecíficas de una manera que beneficia a un individuo de otra especie. Existen varios compuestos químicos derivados de las feromonas del picudo del maguey que han resultado efectivos en campo (Oehlschlager y cols., 2002), al ser evaluados en cultivos de agave en México la efectividad atrayente de estos compuestos proporciona un sistema de atracción-aniquilación de este insecto, ya sea para monitoreo (1 trampa/ha) para detectar su presencia o como trapeo masivo (4 trampas/ha) para disminuir las poblaciones de esta plaga insectil.

Para asegurar la efectividad de los atrayentes, es necesario que se desarrollen a partir de poblaciones nativas de estos escarabajos, ya que se ha encontrado que el uso de atrayentes, desarrollados a partir de poblaciones de otras regiones, son poco eficientes o a veces su efectividad atrayente es nula, debido a las variaciones ambientales o algunas relacionadas con la ubicación geográfica que los insectos puedan estar presentando (Cruz-Esteban y cols., 2020).

También se recomienda colocar pedazos de tejidos de agave en el interior de las trampas, ya que se sabe que los volátiles de los cultivos hacen sinergia con la feromona, incrementando así la atracción y captura (Valdés-Rodríguez y cols., 2004; Ruiz-Montiel y cols., 2009). Para la aniquilación de los insectos se recomienda impregnar los tejidos de agave con una solución de malatión al 1 % (10 mL de

insecticida/1 L de agua) y colocarlos dentro de una bolsa de polipapel o una biodegradable con al menos 10 agujeros de 3 cm de diámetro (Figura 4).

Como parte del manejo de esta plaga, se recomienda identificar las plantas dañadas y retirar manualmente los insectos adultos, huevos y larvas del picudo, antes de que infecten a otras plantas sanas o, en dado caso, quemar las plantas que ya tengan un daño considerable (pérdida total). Estas buenas prácticas, a su vez, beneficiarán a las poblaciones de enemigos naturales que atacan principalmente huevos y larvas (Velázquez y cols., 2006).

En conclusión, el control etológico es un método recomendable para disminuir las poblaciones del picudo del agave, especialmente para los cultivos orgánicos. Sin embargo, se necesita realizar estudios que incrementen la comprensión de cómo hacer frente a esta plaga insectil y a otras que son perjudiciales para cultivos importantes, económica y culturalmente en México, como lo es el del agave.

## REFERENCIAS

- Cruz-Esteban S, Hernández-Ledesma P, Malo EA y Rojas JC (2020). Cebos feromonales para la captura de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en cultivos de maíz adyacentes a cultivos de fresas. *Acta Zoológica Mexicana* 36(1):1-15.
- Oehlschlager AC, Chinchilla C, Castillo G and Gonzalez L (2002). Control of red ring disease by mass trapping of *Rhynchophorus palmatum* (Coleoptera: Curculionidae). *Florida Entomologist* 85(3):507-513.



© Raymín. La danza de la serie *El circo de la vida*, óleo/lienzo, 90 x 115.5 cm, 2016.

Rodríguez GB (1999). La investigación en agave tequilero en el CIATEJ. El Agave. Unión Agrícola Regional de Mezcal Tequilero del Estado de Jalisco, Guadalajara, Jalisco, México. *Gaceta Informativa* 1:2-3.

Ruiz-Montiel C, Rojas JC, Cruz-López L and González-Hernández H (2009). Factors affecting pheromone release by *Scyphophorus acupunctatus* (Coleoptera: Curculionidae). *Environmental entomology* 38(5):1423-1428.

SAGARPA (2017). Planeación agrícola nacional 2017-2030. Agave tequilero y mezcalero mexicano. Recuperado de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257066/Potencial-Agave\\_Tequilero\\_y\\_Mezcalero.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257066/Potencial-Agave_Tequilero_y_Mezcalero.pdf).

SENASICA-DGSV (2016). Picudo del agave (*Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal 1838) (Coleoptera: Dryophthoridae). Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, Dirección General de Sanidad Vegetal-Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria-Grupo Especialista Fitosanitario. Ficha Técnica (13 pp). Técamac, México. Recuperado de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/281890/Ficha\\_Tcnica\\_Picudo\\_del\\_agave\\_2016.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/281890/Ficha_Tcnica_Picudo_del_agave_2016.pdf).

Solís Aguilar J (2001). El picudo del agave tequilero *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae). En Jalisco,

México. *Tesis Doctoral* (93 pp). Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. de México.

Valdés-Rodríguez S, Ramírez-Choza JL, Reyes-López J y Blanco-Labra A (2004). Respuestas del insecto Max (*Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal [Coleoptera: Curculionidae] hacia algunos compuestos atrayentes del henequén. *Acta Zoológica Mexicana* 20(3):157-166.

Velázquez J, Joly LJ, García JL, Romero Y, González M y Medina M (2006). Enemigos naturales del "picudo del agave" *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae) en el estado Falcón, Venezuela. *Entomotropica* 21(3):185-193.

Waring GL and Smith RL (1986). Natural history and ecology of *Scyphophorus acupunctatus* (Coleoptera: Curculionidae) and its associated microbes in cultivated and native agaves. *Annals of the Entomological Society of America* 79(2):334-340.

**Samuel Cruz-Esteban**  
**Instituto de Ecología, A.C.**  
**Red de Diversidad Biológica del Occidente Mexicano**  
**CONACYT**  
[samuel.cruz@inecol.mx](mailto:samuel.cruz@inecol.mx)

**Patricia Hernández-Ledesma**  
**Instituto de Ecología, A.C.**  
**Red de Diversidad Biológica del Occidente Mexicano**

# La Realidad Aumentada: creando experiencias motivadoras en el aula

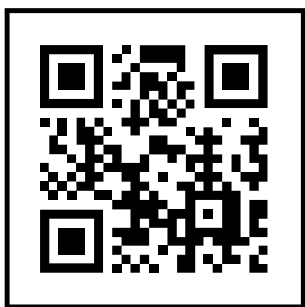
**Liliana Rodríguez Vizzuett**  
**Josefina Guerrero García**  
**Iván Olmos Pineda**

Todos en algún momento de nuestras vidas hemos visto en eventos deportivos que las compañías televisoras presentan información sobre el campo donde está llevándose a cabo un juego, y muchas veces nos preguntamos cómo es posible que hagan eso. Pues a eso, que no sabemos cómo se hace, se le conoce como realidad aumentada.

La Realidad Aumentada (RA) es una tecnología que permite visualizar objetos virtuales o información en general en un espacio físico.

La sociedad a lo largo de los años ha estado en constante contacto con la RA, y esta ha sido utilizada en diferentes áreas temáticas, por ejemplo, en la educación, en la medicina, en la aeronáutica, en los videojuegos, entre otras, además de que ha sido aplicada para diferentes actividades tales como operar a un paciente, conocer el sistema solar, simular un vuelo y capturar animales, por mencionar algunas.

Se sabe de la existencia de esta tecnología desde hace varias décadas, cuando salieron unos aparatos llamados HMD (del inglés Head-Mounted Display), que son cascos que muestran imágenes creadas por una computadora



**Figura 1.** Marcador QR para realidad aumentada.

y reproducidas en una pantalla muy cercana a los ojos del usuario (Furht, 2011), versiones actualizadas de este tipo de visores, son incluso utilizadas actualmente, sin embargo, solo es utilizado en ámbitos muy específicos como la medicina o la aeronáutica por lo cual no es algo muy común de ver.

Otro de los usos más comunes de la RA es el de los códigos QR o marcadores (ver Figura 1); estos códigos son unos pequeños cuadros a blanco y negro que en su interior tienen figuras, cuando estos códigos son leídos con alguna aplicación especial, pueden presentar información diversa, por ejemplo, pueden dirigirnos a una página de Internet, mostrarnos un video, reproducirnos un audio, o quizás mostrarnos una imagen ya sea en 2D o en 3D.

Además de estos marcadores y códigos QR en blanco y negro, para poder visualizar la RA se puede tener una imagen a colores de cualquier tipo que al ser detectada por un dispositivo, nos muestre un objeto aumentado, es decir, un objeto en 3D; un ejemplo claro de esto es en el famoso libro “El Principito” en su versión española en RA: sus páginas tienen ilustraciones a color junto con el texto del libro, sin embargo, en la esquina superior derecha tiene un dibujo de una rosa, esta funge como marcador de RA. Para poder visualizar estos elementos aumentados, es necesaria la descarga de una aplicación especial que permite que al enfocar el marcador de la rosa con la cámara del dispositivo, se pueda reproducir un video, una imagen animada o un minijuego.

En 2016 salió a la luz en las tiendas de aplicaciones móviles el juego Pokémon GO®, que es un videojuego que busca emular la experiencia de ser un entrenador de criaturas pertenecientes a la popular saga Pokémon, las cuales se encuentran distribuidas en espacios del mundo real. Este juego se viralizó rápidamente y se convirtió en una de las aplicaciones de RA más descargadas debido a su alta interactividad, y a la posibilidad para los usuarios de combinar el mundo real, con el mundo en el que los personajes habitan.

## **LA REALIDAD AUMENTADA**

### **COMO APOYO PARA LA EDUCACIÓN**

La RA ha tenido un gran auge en el ámbito educativo, tanto que existen múltiples aplicaciones y programas que se apoyan en el uso de este tipo de tecnología. La mayoría de las aplicaciones basadas en RA se enfocan en aportar al proceso de enseñanza-aprendizaje de geografía, medicina, química, historia e idiomas, aunque este último dominio no ha sido tan explorado como los demás (Furht, 2011).

El uso más frecuente de la RA es en la medicina, ya que se han elaborado sistemas que permiten la simulación de funciones del cuerpo humano con la finalidad de que los estudiantes puedan poner en práctica los conocimientos adquiridos dentro de un salón de clases (Sielhorst, 2004).

En el área de la enseñanza de la historia, es posible encontrar en línea libros aumentados haciendo uso de códigos QR, es decir, libros físicos con texto e imágenes que a su vez contienen códigos QR que, al ser detectados por una cámara, muestran elementos multimedia (audio, video, imágenes, etc.).

Este tipo de herramientas ha sido aceptado por instituciones a nivel básico debido a lo motivador que resulta el uso de estos recursos. El mayor inconveniente detectado con respecto a este material didáctico está en la complejidad de desarrollo cuando no se cuenta con un equipo multidisciplinario (programadores, diseñadores, expertos en didáctica, etc.).

Con respecto a la enseñanza de matemáticas, se han desarrollado aplicaciones para niños de pre-escolar y primaria haciendo uso de la RA. Su uso dentro del aula permite a los niños experimentar y aprender de una manera divertida lo que puede mejorar el nivel de adquisición de conocimientos y mejorar el aprendizaje en los estudiantes (Lee, 2008). En otras palabras, la integración de estas tecnologías en el proceso de enseñanza y aprendizaje puede proporcionar un nuevo entorno de aprendizaje y mejorar la calidad de este.

En este sentido, en un estudio realizado por Eras Montaña (2016), se pudo observar una mejora en la atención y la motivación en el entorno de aprendizaje, mediante el uso de la RA, en comparación con un entorno de aprendizaje tradicional. Sin embargo, el mal uso de esta tecnología puede hacer que el alumno pierda el objetivo educativo y la use más para uso recreativo, por lo que es importante un diseño de las actividades de acuerdo con las necesidades de los estudiantes.

#### **¿QUÉ VENTAJAS Y DESVENTAJAS OFRECE EL USO DE RA EN LA EDUCACIÓN?**

Como es bien sabido, la inclusión de la tecnología dentro del salón de clases representa un reto para los profesores pues, como todo lo que se usa, acarrea ventajas y desventajas. A continuación se describen las ventajas y desventajas reportadas en estudios sobre el uso de la RA en la educación.

##### **VENTAJAS**

El uso de la RA dentro del ámbito educativo ofrece gran cantidad de ventajas, entre las que destacan el desarrollo del pensamiento crítico, la mejora en la comprensión y el favorecimiento a la motivación (Gazcón, 2016).

Así mismo, permite a los docentes realizar una mejor explicación en niveles más detallados, y por lo tanto favorece que los estudiantes tengan una mejor comprensión sobre un tema. La integración de estas tecnologías en el proceso de enseñanza y aprendizaje permite la creación de nuevos entornos

de aprendizaje que aportan al aumento de la calidad (Kiat, 2016).

La inclusión de la RA en la educación favorece el aprendizaje en contextos distintos, lo anterior debido a que es posible experimentar con objetos virtuales, perspectivas que de otro modo serían difíciles de lograr (Morales, 2017). Como ejemplo de este punto se puede considerar un grupo de estudiantes a los que se está introduciendo en el uso de material de laboratorio. Haciendo uso de RA sería posible mostrarle a los alumnos partes del instrumental y sus funciones a través de modelos virtuales y simulaciones colocadas sobre los objetos físicos, con el fin de incrementar la conciencia de la importancia de cada una de ellas para las tareas a realizar. Sin el uso de este tipo de tecnología, este propósito podría ser alcanzado mediante el desarmado de equipos y dispositivos lo que conllevaría riesgos y desperdicio de instrumental, o por medio de animaciones que no alcanzarían para representar la información de la misma manera que con RA.

Por otra parte, la RA, promueve la colaboración y el establecimiento de relaciones interpersonales, así como también fomenta la negociación, esto se debe a que se requieren habilidades físicas y sociales para la manipulación de objetos y la realización de actividades en conjunto (Morales, 2017). Volviendo al ejemplo de la presentación de material de laboratorio usando RA, los alumnos tendrían la posibilidad de observar componentes del instrumental de manera virtual. Al desplegar esta información sobre objetos físicos que están en el laboratorio, es necesario que los estudiantes lleguen a acuerdos acerca de lo que quieren ver y en qué momentos, de manera que todos puedan tener conocimiento completo de lo que se les quiso presentar.

Moralejo (2014) manifiesta que el aprendizaje con tecnología de RA incrementa la motivación de los estudiantes al momento de estudiar, pues suelen sumergirse dentro del entorno por lo que logran captar de mejor manera la información recibida.

| Nombre del recurso | Página web                                                                                            | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Vuforia</b>     | <a href="https://developer.vuforia.com/downloads/sdk">https://developer.vuforia.com/downloads/sdk</a> | Es una herramienta que permite la creación de contenidos de RA, sin embargo; requiere de conocimientos de programación para el desarrollo de este tipo de aplicaciones.                                                                                                                         |
| <b>Metaverse</b>   | <a href="https://studio.gometa.io/discover/me">https://studio.gometa.io/discover/me</a>               | Es una página web que permite la creación de aplicaciones sencillas con preguntas y respuestas. No se necesitan conocimientos de programación, simplemente tendrás que arrastrar y soltar los elementos. Para visualizarla, se debe descargar una aplicación en el celular llamada "Metaverse". |
| <b>Poly</b>        | <a href="https://poly.google.com/">https://poly.google.com/</a>                                       | Es una página que te permite descargar de manera gratuita modelos 3D para agregarlos como contenido de RA.                                                                                                                                                                                      |
| <b>Aumentaty</b>   | <a href="http://www.aumentaty.com/community/es/">http://www.aumentaty.com/community/es/</a>           | Es una herramienta que consta de dos partes: Aumentaty creator y Scope. No se requieren conocimientos previos de programación. Con Aumentaty creator, creas el contenido usando marcadores y con Scope que es una aplicación para móvil, puedes ver lo que elaboraste.                          |

**Tabla 1.** Herramientas para la elaboración de contenidos utilizando realidad aumentada.

Otro tipo de motivación para los estudiantes, durante el uso de la RA, se basa en el entretenimiento, en el que pueden comprobar y sumar logros en el aprendizaje.

Finalmente, otra ventaja se puede observar es el ahorro del tiempo en la enseñanza con RA, ya que, al mejorar la comprensión, se puede aprovechar el tiempo en otras cosas que no se hayan comprendido para que el aprendizaje de cada estudiante sea más efectivo.

#### **DESVENTAJAS**

Como todo desarrollo tecnológico, la RA también presenta desventajas si no se utiliza de manera adecuada. Una de las principales desventajas en el ámbito educativo es que los docentes comúnmente no cuentan con la capacitación necesaria para la elaboración de actividades o aplicaciones que contengan RA, por lo que incluirlas en sus clases les resulta complicado. La generación del contenido aumentado conlleva muchos esfuerzos de diseñadores, arquitectos, programadores y más profesionales, por lo que en ocasiones resulta costoso en cuanto a dinero y tiempo, haciendo inviable su uso.

Además, para el aprovechamiento de la RA se requiere de dispositivos cuya adquisición las instituciones no siempre presupuestan, sin importar el beneficio y las ventajas educativas que ofrece. Por otra parte, existe evidencia que, durante el uso de la RA, la gente puede llegar a perder la dimensión de donde está llevando a cabo una actividad, al estar interactuando con elementos virtuales dentro de un mundo físico, por lo que en ocasiones los docentes no lo ven adecuado como herramienta pues se podría perder el objetivo de aprendizaje (Lee, 2008).

#### **¿QUÉ SE NECESITA PARA HACER USO DE LA RA DENTRO DE UN SALÓN DE CLASES?**

La resistencia al uso de la tecnología hace que resulte complicada la inclusión de este tipo de tecnologías dentro de un salón de clases. Una de las principales justificaciones que se dan para no adoptar su uso es que desgraciadamente no se cuenta con los recursos suficientes; sin embargo, es importante mencionar que no se necesitan de manera obligatoria dispositivos costosos para poder utilizarla.

La implementación de la RA precisa contar con cuatro elementos: el primero es un dispositivo, preferentemente móvil, que permita hacer uso de una

cámara. El segundo elemento fundamental son los marcadores con los que se van a trabajar, no es necesario realizar un programa para su creación, un marcador puede ser una imagen cualquiera o, incluso, una referencia geográfica. El tercer elemento es el *software* instalado en nuestro dispositivo que puede ser de creación propia o adquirido de algún desarrollador, con el que podremos observar la información que se asoció a los marcadores. Finalmente, el cuarto elemento es una pantalla donde se desplegará la información; los dispositivos móviles ya la proveen, por lo cual no se requiere una inversión adicional.

## CONCLUSIONES

En este trabajo hemos señalado el gran impacto que tiene la RA dentro del ámbito educativo, ya que brinda a los docentes herramientas que sirven de soporte durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. Así mismo, se ha demostrado que la RA estimula la motivación en los estudiantes logrando así una mayor retención en el contenido educativo que se les imparte y generando una mayor seguridad al momento de llevar a cabo actividades educativas.

Sin embargo, su uso dentro del aula representa un reto importante para los docentes ya que se enfrentan a una nueva tecnología que, a pesar de no ser tan complicada, en la mayoría de los casos, ellos son renuentes a probar. La creación de contenido interactivo representa también un reto; sin embargo, existen gran cantidad de recursos (ver Tabla 1) que pueden ser utilizados de manera libre. Su inclusión dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje trae grandes beneficios si se sabe aplicar de manera correcta.

## REFERENCIAS

- Eras Montaña EJ (2016) *Realidad aumentada como propuesta metodológica para la enseñanza en un entorno de aprendizaje escolar*. Tesis de licenciatura
- Gazcón NF, Larregui JI & Castro SM (2016). La Realidad Aumentada como complemento motivacional. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología* 17:7-15.

- Furht B (2011). *Handbook of augmented reality*. Florida: Springer.
- Kiat LB, Ali MB, Halim NDA & Ibrahim HB (2016). Augmented Reality, Virtual Learning Environment and Mobile Learning in education: A comparison *In Proceedings of the 2016 IEEE Conference on e-Learning, e-Management and e-Services (IC3e)* 23-28.
- Lee HS and Lee JW (2008). Mathematical education game based on augmented reality. *In International Conference on Technologies for E-Learning and Digital Entertainment* 442-450.
- Moralejo L, Sanz C, Pesado PM and Baldassarri S (2014). Avances en el diseño de una herramienta de autor para la creación de actividades educativas basadas en realidad aumentada. *Revista Iberoamericana de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación Especial* 12: 8-14.
- Morales PT and García JMS (2017). Realidad Aumentada en Educación Primaria: efectos sobre el aprendizaje. *RELATEC: Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa* 16(1):79-92.
- Sielhorst T, Obst T, Burgkart R, Riener R and Navab N (2004). An augmented reality delivery simulator for medical training. *In International workshop on augmented environments for medical imaging-MICCAI Satellite Workshop* 141:11-20.

**Liliana Rodríguez Vizzuett**  
**Benemérita Universidad Autónoma de Puebla**  
**Facultad de Ciencias de la Electrónica**  
[liliana.rodriquezvizzuett@viep.com.mx](mailto:liliana.rodriquezvizzuett@viep.com.mx)

**Josefina Guerrero García**  
**Iván Olmos Pineda**  
**Benemérita Universidad Autónoma de Puebla**  
**Facultad de Ciencias de la Computación**

© Raymín. Sin título, óleo/lienzo.





© Raymín. *Habaneros* de la serie *El circo de la vida*, óleo/lienzo.

# RAYMÍN



## Raymín Vélez

Ha expuesto individualmente en diversas galerías de La Habana, Cuba, tales como Casa de la Cultura 10 de octubre, Casa del África. Museo del Tabaco, Hotel Horizontes Colina, Pabellón de la Maqueta de La Habana, Galería Teodoro Ramos Blanco, entre otras, y en exposiciones colectivas en Galería Amelia Peláez, Galería Galeano, Casa de África, Galería L, Fortaleza San Carlos de la Cabaña, etcétera. Usualmente vende su obra de forma directa en el enorme y muy interesante mercado del arte que se ubica en los Antiguos Almacenes San José, en la Habana, lugar donde se puede encontrar una enorme cantidad de obras de autores cubanos, alguna de muy alta calidad, a la venta al público.

En el contexto del arte cubano contemporáneo, la obra de Raymín destaca porque, a pesar de que se inscribe en un estilo ingenuo, posee una gran originalidad y se puede identificar en ella claramente un estilo propio, el cual se hace especialmente evidente en las series dedicadas al tabaco y la denominada "El Circo de la Vida". En estas obras una plétora de personajes se agolpa en el cuadro para mirar –acechar– al observador; particularmente algunas de las obras de la serie del tabaco nos inundan con sus miradas. Curiosamente, estos sujetos que miran el acontecer cotidiano en torno a la pintura son bastante más distantes en la serie sobre el circo. Finalmente, la mirada se pierde entre su público sin un punto fijo, excepto que en cada cuadro hay al menos un personaje de la escena, abarrotada, que nos mira como preguntándonos cómo imaginamos que será la vida del circo, en un escenario en el que todas las partes de una función se aglomeran en un solo plano, en un único tiempo: el tiempo pictórico, estático. Destaca en estas obras el intenso colorido y el barroquismo abstracto. No es común encontrar obra figurativa en que la abstracción sea definida por el conjunto de sujetos.

Tenemos, así, una obra original que, tal como siempre hemos propuesto en *Elementos*, habla por sí misma.

© Raymín. Sin título, óleo/lienzo.



© Raymín. Sin título, óleo/lienzo.



© Raymín. La vida es un juego de la serie *El circo de la vida*, óleo/lienzo, 90 x 115.5 cm, 2015.

© Raymín. *Sin título*, óleo/lienzo.



© Raymín. *Añoranza*, óleo/lienzo.



© Raymín. *Sin título*, óleo/lienzo.

© Raymín. De la serie *Coming to America*, óleo/lienzo.



# Barrancas urbanas: espacios de diversidad y contaminación

**Víctor Gutiérrez Pacheco**  
**Sonia Emilia Silva Gómez**

En el año de 1964 se concretó el proyecto, acariciado por 17 años, para entubar el río San Francisco y el arroyo de Xonaca con el fin de solucionar, de acuerdo con las ideas de la época, el problema de las inundaciones estacionales que experimentaba la ciudad de Puebla por las crecidas de estos cuerpos de agua (Bandalla, 2019). El río San Francisco quedó confinado a los oscuros límites de los tubos que lo contienen; sin embargo, nunca mostró la eficacia esperada, las inundaciones continúan en las zonas cercanas al ahora Boulevard 5 de Mayo, habilitado encima del río.

Esta antropización de la naturaleza, significativa y devastadora por sus alcances ambientales e históricos, si bien es cierto que no se ha traducido en la continuación de la intervención humana sobre los otros ríos de la ciudad en acciones de entubamiento, tampoco ha logrado, a través de su icónica imagen negativa, cambiar nuestra mirada fragmentada y cortoplacista del entorno, lo que se traduce en que sigamos viendo al medio ambiente como lejano e ilimitado, y con esta visión continuar devastando ahora cursos de agua estacionales en acciones de rellenado de barrancas. Tal es el caso de las barrancas Xalpatlac, Xaltonac y Xaltipan, rellenas a finales de 1980, principios de 1990 y mediados de 1990, respectivamente.

## ¿Y QUÉ SON LAS BARRANCAS?

Ciudades como México, Cuernavaca o Puebla comparten la condición de asentarse en valles cercanos a las grandes montañas de México, como el Popocatepetl, el Iztacihuatl y la Malinche, y esta circunstancia ha originado que los terrenos donde se ubican compartan algunas características, una de las cuales es la presencia de unas formaciones geológicas conocidas como barrancas.

Las montañas son elevaciones que favorecen las precipitaciones pluviales debido a que su presencia obliga al ascenso del aire húmedo, su enfriamiento y saturación de vapor de agua, lo que origina las lluvias. Estas lluvias generan corrientes de aguas subterráneas y superficiales que se precipitan hacia terrenos más bajos por efectos de la gravedad. Las corrientes de aguas superficiales han carcomido, con su paso, el suelo de los valles originando, en terrenos planos, grietas que con el transcurrir de los milenios han adquirido mayor profundidad por efectos de la erosión y otras acciones del ambiente hasta llegar, en algunos casos, a los 100 metros o más respecto al terreno circundante.

Las corrientes de agua que atraviesan la ciudad de Puebla son de dos tipos: permanentes y estacionales. Las primeras se conocen como ríos, que son los casos de los ríos San Francisco, Alseseca, Atoyac, Zapatero y Tlapacoya (Salgado, 2018). Y las segundas, que generalmente se les conoce como barrancas son, por ejemplo, San Antonio, Guadalupe, El Conde, Los Álamos, Manzanilla y San Diego. Sin embargo, la delimitación conceptual entre río y barranca no es clara, puesto que el concepto barranca hace alusión, más bien, a las características fisiográficas del terreno donde se encuentra el cuerpo de agua. Así, un río o un arroyo o un cuerpo estacional pueden correr encajonados en una barranca. Sin embargo, para efectos prácticos, se retoma la concepción común de los pobladores, sobre el que una barranca es una depresión abrupta del terreno conteniendo en

su lecho un curso de agua estacional por lo que gran parte del año se encuentra seca.

## LAS BARRANCAS COMO REFUGIOS DE BIODIVERSIDAD

La fisiografía de las barrancas implica que sus paredes presenten diversos grados de inclinación, con algunos sitios accesibles al paso humano, pero en otros fuertemente escarpados, lo que ocasiona una presencia diferencial de vegetación. En general, de acuerdo a reportes de instancias gubernamentales de la CDMX y de Cuernavaca (Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno de la CDMX, 2012, Ayuntamiento de la Ciudad de Cuernavaca, 2015), así como de estudios hechos en la ciudad de Puebla, las barrancas presentan vegetación en diversos estados de conservación, conteniendo comunidades propias de bosque de encino, bosque de pino-encino, bosque tropical caducifolio y vegetación secundaria producto de la remoción de la vegetación original.

Al visitar las barrancas de la ciudad de Puebla aún se aprecia la existencia de fragmentos de bosque de encino, conviviendo, en algunos sitios, con vegetación propia de matorral xerófito y de bosque tropical caducifolio. Como ejemplo basta un botón de lo que en términos de diversidad florística se puede aún encontrar en las barrancas de la ciudad. La barranca El Conde se encuentra hacia el norte de la ciudad, colindante con las colonias: Ampliación Santa Bárbara, Nueva 13 de Abril y San José los Cerritos, pertenecientes a la junta auxiliar de San Pablo Xochimehuacan, hacia el norte y noreste y con la central de abastos hacia el sur. Al recorrerla se aprecia un relicto de bosque de encino acompañado de vegetación secundaria, y cuyo inventario florístico registra una gran variedad de especies que en un primer momento, dada la condición de la barranca como espacio imbuido en la mancha urbana, se pensaría que no contiene. La barranca presenta una composición de 71 especies, 57 géneros y 33 familias de plantas vasculares (plantas con verdaderas raíces, tallo y hojas), que dan cuenta de una riqueza cercana o igual a bosques de encino de zonas rurales. Se

registran ocho especies de esos hermosos y majestuosos árboles que son los encinos (*Quercus spp.*), con sus troncos caprichosos y retorcidos; se observan también capulines (*Prunus salicifolia*), esos árboles que dan unos sabrosísimos frutos del mismo nombre, del tamaño de una canica y de un color que va del rojo al morado; palos azules (*Eysenhardtia polystachya*) y enormes fresnos (*Fraxinus uhdei*) de amplias y frondosas copas.

Diversos arbustos amplían la composición florística, como los huizaches (*Acacia angustissima*) con sus espinas blancas y sus hojas de fuerte olor picante, tepozanes (*Buddleja cordata*) con sus troncos en forma de tornillo y sus flores blancas que son centro de reunión de nubes de insectos, chichicastles (*Wigandia urens*) con sus hojas gruesas y ásperas, y yucas (*Yucca elephantipes*) de gruesos troncos e inflorescencias blancas y comestibles.

Completan el cuadro nopales (*Opuntia spp.*) de diversas especies, magueyes (*Agave spp.*), helechos, bromelias en las ramas de los árboles, muérdagos que le dan un color naranja intenso a las copas de los árboles vistas a la distancia y los elotes de coyote (*Conopholis alpina*) al pie de los encinos, con sus tallos sobresaliendo apenas unos 20 centímetros del suelo, en tonalidades cafés, crema y blanco que denotan la ausencia de clorofila y su naturaleza de plantas parásitas. Se aprecian plantas no vasculares como los musgos, y organismos de otros reinos como hongos, con sus cuerpos fructíferos a la vista, y líquenes que colorean las rocas en variadas tonalidades de verde.

Incluso se pueden encontrar especies únicas, en el sentido de que sus poblaciones originales han disminuido por la presión humana, por lo que su presencia se ha restringido a pocos sitios. Tal es el caso del colorín (*Erythrina coralloides*), con sus vainas llenas de frijoles rojos, que se encuentra en la categoría de especie amenazada para la Norma Oficial Mexicana [NOM-059-SEMARNAT-2010] que identifica a las especies silvestres en riesgo en el país.

Esta diversidad vegetal constituye la base para el sostenimiento de una diversidad de especies de pequeños mamíferos, aves, reptiles, insectos, y

al presentar las barrancas corrientes de agua estacionales en tiempos de lluvia, también de organismos acuáticos, como anfibios, pequeños peces e invertebrados.

En las zonas de vegetación secundaria se pueden encontrar especies que denotan cierta actividad silvícola de quienes habitan en las cercanías u ocupan la barranca para pastar pequeños hatos de animales. Es el caso del pasto bufel (*Cenchrus ciliari*), el pasto estrella (*Cynodon dactylon*) y el zacate rosado (*Melinis repens*), que han sido introducidos para alimento de ganado. Así mismo, se observan otras plantas con diversos usos como el carrizo (*Arundo donax*) para pastura y elaboración de cestos y cercados, árboles de pirú (*Schinus molle*) para medicina tradicional, higuerilla (*Ricinus communis*) para pastura y anteriormente para venta de su semilla rica en aceite, y eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*) para madera y medicina tradicional.

Dentro del bosque y en las zonas de vegetación secundaria se aprecian también especies de plantas sinantrópicas [plantas silvestres que se adaptan muy bien a hábitats modificados por el ser humano] (Martínez-De la Cruz y cols., 2015), como el ojo de pájaro (*Thunbergia alata*), el aceitillo (*Bidens pilosa*), la bola de rey (*Leonotis nepetifolia*), la lengua de pájaro (*Polygonum aviculare*), la lengua de vaca (*Rumex crispus*), el álamo plateado (*Populus alba*) y el tabaquillo (*Nicotiana glauca*).

#### **PRESIÓN HUMANA SOBRE LAS BARRANCAS URBANAS**

El crecimiento de las ciudades en México y en el mundo es un fenómeno de los tiempos actuales originado, entre otros factores, por el aumento poblacional y las emigraciones del campo a la ciudad. Así, en las últimas cinco décadas ciudades como México, Cuernavaca y Puebla se desbordaron hacia terrenos de las periferias, ocupándolos para usos habitacionales, lo que ha llevado a la disminución en la oferta de la tierra y a su encarecimiento. Grupos de personas, ante la imposibilidad de hacerse de un lote para construir sus casas, voltearon hacia

las barrancas y empezaron a situar viviendas en sus márgenes, e incluso dentro de sus cauces, ocupando los sitios más accesibles. Esto ha generado devastación de las comunidades vegetales e introducción de especies exóticas que obedecen a los intereses de los nuevos habitantes.

Nuevamente la barranca El Conde permite ejemplificar este proceso, ya que los habitantes que tienen sus casas dentro de la barranca siembran, en sus traspatios plantas introducidas, que incluso llegan a establecer pequeños huertos familiares. De ahí que se observen plantas como araucarias (*Araucaria columnaris*), casuarinas (*Casuarina equisetifolia*), cepillos (*Callistemon citrinus*), chiles (*Capsicum pubescens*), chirimoyas (*Annona cherimola*), jacarandas (*Jacaranda mimosifolia*), laureles de la India (*Ficus retusa*) y limones (*Citrus x limon*), entre

otras. Aunado a esto, se da un proceso de disposición de basura y de aguas residuales en las barrancas, ya que generalmente estos asentamientos, por su naturaleza irregular, carecen de servicios básicos como agua potable, conexión a los sistemas de drenaje y recolección de residuos sólidos. Así, al recorrer las barrancas urbanas como El Conde es común ver tubos sobresaliendo desde las colonias circundantes, arrojando aguas negras hacia los cauces y formando un caudal constante de olor pútrido, mezclado con basura de diversos tipos.

Otro uso que se le ha encontrado a las barrancas ha sido el de receptoras de las aguas residuales de la industria, que ha llevado a que diversos parques industriales se sitúen cerca de alguna o algunas de ellas. Esto se hace evidente al observar los tubos sobresaliendo desde las fábricas hacia las barrancas, como es el caso de El Conde, que recibe las aguas residuales del parque industrial 5 de Mayo.

La Norma Oficial Mexicana [NOM-001-SEMAR-NAT-1996] establece, para un conjunto de sustancias, sus límites máximos en aguas residuales, de tal forma que no contaminen los cuerpos de agua naturales donde son vertidas, ya sean lagos, lagunas, ríos, arroyos o barrancas. Sin embargo, esto no se cumple, lo que se hace evidente en los análisis sobre la calidad del agua en barrancas y ríos de la ciudad de Puebla. Tal es el caso del río Atoyac, que es a donde derivan todos los sistemas de drenaje naturales y artificiales de la ciudad, tipificado como uno de los ríos más contaminados del país y reconocido así, incluso por la propia Comisión Nacional del Agua [CONAGUA] (IMTA y CONAGUA, 2013).

## CONCLUSIONES

Las barrancas urbanas constituyen sitios de gran biodiversidad en espacios de muy baja diversidad, como suelen ser las ciudades. CDMX, Cuernavaca y Puebla son ciudades que presentan equipamiento de espacios arbolados, sin embargo, además de que en muchos casos estos son insuficientes conforme con las recomendaciones de la

© Raymín. *La fiesta del Habano 3*, óleo/lienzo.



Organización Mundial de la Salud (9 m<sup>2</sup>/persona de área verde), los programas de forestación han privilegiado la introducción de unas pocas especies no nativas, lo que ha significado la baja biodiversidad en dichos espacios.

Es en este contexto donde se revela la importancia de las barrancas como unos de los pocos espacios dentro de las ciudades con ecosistemas originarios y con una alta biodiversidad. Sin embargo, estos espacios privilegiados se encuentran en grave riesgo por la presión humana que amenaza con deteriorarlos irremediablemente e, incluso, desaparecerlos. En CDMX y en Cuernavaca se ha avanzado hacia la constitución de algunas barrancas como Áreas Naturales Protegidas, proceso que marca el camino que debe empezar a recorrer la ciudad de Puebla, revertir la tendencia que la llevó a entubar el río San Francisco y a rellenar algunas sus barrancas. Las barrancas proveen servicios ecosistémicos importantes para la sustentabilidad de las ciudades donde se encuentran, como el encausar las aguas corrientes y evitar inundaciones, el participar en la infiltración de las aguas superficiales y la recarga de acuíferos, el ser relictos de biodiversidad originaria, el funcionar en el abatimiento de la contaminación aérea, el de regular la temperatura, y el de ser espacios con una gran belleza escénica; razones todas ellas para valorar su importancia, continuar conociéndolas a través de proyectos de investigación y fortalecer la participación ciudadana hacia su recuperación y conservación.

## REFERENCIAS

Ayuntamiento de la Ciudad de Cuernavaca (2015). *Programa de Manejo y Educación del Área bajo Conservación denominada: Barrancas Urbanas de Cuernavaca (ABCUC)*. Cuernavaca, Morelos, México.

Bandala K (2019). El río que atravesaba por el boulevard 5 de Mayo. Exclusivas Puebla: la nueva era de la noticia. Recuperado de: <https://exclusivaspuebla.com.mx/el-rio-que-atravesaba-por-el-boulevard-5-de-mayo/>.

IMTA y CONAGUA (2013). Estudio de Clasificación del Río Atoyac, Puebla-Tlaxcala, informe final, resumen ejecutivo, 2008. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua y Comisión Nacional del Agua.

Recuperado de: <http://www.cofemermir.gob.mx/mir/uploadtests/19811.66.59.2.Resumen%20Ejecutivo%20ver%2007%20Estudio%20Declaratoria.pdf>.

Martínez-De la Cruz I, Vibrans H, Lozada-Pérez L, Romero-Manzanas A, Aguilera-Gómez LI y Rivas-Manzano IV (2015). Plantas ruderales del área urbana de Malinalco, Estado de México, México. *Botanical Sciences* 93 (4):907-919.

Salgado M SS (2018). La lenta muerte de los ríos de la ciudad de Puebla. *Saberes y Ciencias* 74. Recuperado de: <https://saberesciencias.com.mx/2018/04/09/la-lenta-muerte-los-rios-la-ciudad-puebla/>.

Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno de la CDMX (2012). *Barrancas Urbanas del Surponiente del Distrito Federal, Áreas de Valor Ambiental*. CDMX, México.

**Víctor Gutiérrez Pacheco**  
**Sonia Emilia Silva Gómez**  
**Posgrado en Ciencias Ambientales-ICUAP**  
**Benemérita Universidad Autónoma de Puebla**  
**[v.guty@yahoo.com.mx](mailto:v.guty@yahoo.com.mx)**

© Raymín. La fiesta del Habano 4, óleo/lienzo.



© Raymín. *Ensaltadora 1* de la serie *Coming to America*, óleo/lienzo.



# Los canales de calcio tipo T: estructura, función y canalopatías

Maricruz **Rangel-Galván**

El transporte de nutrientes del ambiente extracelular al intracelular es uno de los procesos fundamentales que tiene la célula para llevar a cabo diversas funciones fisiológicas. Entre los nutrientes fundamentales que necesita la célula para sobrevivir se encuentran los iones inorgánicos como el sodio, el potasio, el calcio o el cloro. Sin embargo, a pesar de su tamaño pequeño, el paso de los iones inorgánicos hacia las células se ve obstaculizado por su carga. Proteínas insertadas en la membrana celular han evolucionado para poder permitir el paso de estos iones a la célula. Se ha observado una especialización de dichas proteínas para permitir el paso de determinados iones y no de otros. La función de estos iones es regulatoria, esto es, fungen como moléculas mensajeras que desencadenan vías de señalización o procesos celulares. Tienen también una función electrogénica debido a que polarizan la membrana plasmática, como ocurre en las neuronas, células especializadas en el transporte de señales eléctricas. Los canales de calcio dependientes de voltaje ( $Ca_v$ s) son proteínas transmembranales que permiten el influjo de iones calcio en la célula y cuya apertura depende de un cambio de voltaje (cambio de la polarización de membrana). El calcio intracelular participa en la regulación de diversos procesos celulares como la contracción muscular, la liberación de vesículas en terminales sinápticas,

la quimiotaxis, la apoptosis, etcétera. Asimismo, ayuda a establecer junto con otras proteínas transmembranales el potencial de membrana de reposo (Catterall y cols., 2005).

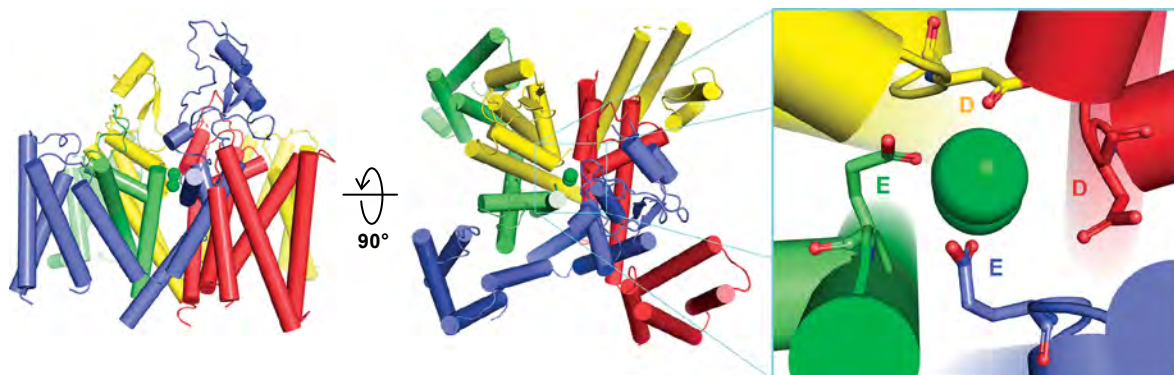
Los  $\text{Ca}_v$ s son miembros de una superfamilia de canales iónicos que incluye, entre otros, a los canales de potasio y los canales de sodio, ambos dependientes de voltaje. En 1984, Carbone y Lux usaron el término “*Low Voltage Activated*” (LVA; en español: activados a bajos voltajes) y “*High Voltage Activated*” (HVA, activados a altos voltajes) para agrupar las corrientes de calcio de acuerdo con su umbral de activación. La clasificación de los  $\text{Ca}_v$ s por sus propiedades biofísicas se complementa según su sensibilidad a moléculas bloqueadoras de canal. Dentro de los canales HVA, la corriente de calcio tipo L (larga duración) es sensible a las dihidropiridinas (DHP), mientras que la corriente de calcio tipo N (no-tipo L y neuronal) es bloqueada por la  $\omega$ -conotoxina proveniente del molusco *Conus geographus*; a su vez, la corriente de calcio tipo P (Purkinje) es sensible a la  $\omega$ -agatoxina de la araña *Agelenopsis aperta*; también la corriente de calcio tipo Q es sensible a esta última toxina, debido a esto se piensa que puede tener la misma estructura que el canal tipo P por lo que se le denomina de tipo P/Q; y por último, la corriente tipo R (residual) permanece en presencia de DHP y de las toxinas mencionadas anteriormente (Dolphin, 2006). En lo que respecta a los canales LVA, también llamados canales de calcio tipo T (transitoria), se bloquea por la kurttoxina proveniente del escorpión *Parabuthus transvaalicus*, sin embargo, al no ser selectiva, no permite distinguirla de los otros subtipos (Lee y cols., 2012).

De acuerdo con los estudios filogenéticos, la presencia de los  $\text{Ca}_v$ s en algas sugiere un ancestro común en plantas y animales; cabe notar que es ausente en el reino Fungi. Los coanoflagelados, eucariotas unicelulares parientes más próximos a los animales (metazoos), y el nemátodo *Caenorhabditis elegans* expresan canales LVA y HVA. Esto indica que la separación de ambas subfamilias

ocurrió aproximadamente hace 500 millones de años. Además, se ha observado que los canales LVA están ausentes en esponjas y ctenóforos, ambos pertenecientes al reino Animalia (Metazoa), lo que sugiere que se perdieron independientemente en varios linajes tempranos de los metazoos. En cambio, los canales HVA se expresan en coanoflagelados, esponjas, placozoos, cnidarios (a este grupo pertenecen las medusas) y también en los animales con simetría bilateral. En estos grupos los  $\text{Ca}_v$ s presentan propiedades biofísicas particulares que nos indican cómo han ido evolucionando a lo largo del tiempo. Debido a esto podemos concluir que los canales HVA y LVA han tomado rutas evolutivas distintas (Moran y cols., 2015).

#### ESTRUCTURA, PERMEABILIDAD Y CINÉTICA

La subunidad alfa ( $\alpha_1$ ) de los  $\text{Ca}_v$ s es codificada por 10 genes distintos. Existió una divergencia del gen ancestral  $\alpha_1$  en las subfamilias LVA y HVA. La subfamilia HVA se diversificó a su vez en  $\text{Ca}_v1$  y  $\text{Ca}_v2$ , mientras que la subfamilia LVA solo la constituye  $\text{Ca}_v3$ , por ello se domina a los canales de calcio tipo T como canales LVA o  $\text{Ca}_v3$  de manera indistinta. Eventualmente, la subfamilia  $\text{Ca}_v1$  evolucionó a 4 genes ( $\text{Ca}_v1.1$ - $\text{Ca}_v1.4$ ) mientras que cada subfamilia  $\text{Ca}_v2$  ( $\text{Ca}_v2.1$ - $\text{Ca}_v2.3$ ) y  $\text{Ca}_v3$  ( $\text{Ca}_v3.1$ - $\text{Ca}_v3.3$ ) evolucionó en 3 genes (Perez-Reyes, 2003). Los  $\text{Ca}_v$ s se componen de una subunidad  $\alpha_1$  y pueden tener asociada otra subunidad proteica dependiendo del subtipo de canal que se trate. La subunidad  $\alpha_1$  posee 4 dominios y cada dominio tiene 6 segmentos transmembranales (S1-S6) haciendo un total de 24 segmentos transmembranales. El segmento S4, al poseer un mayor número de aminoácidos arginina y lisina, tiene una carga positiva que lo hace más susceptible a cambios en la polarización de la membrana; por ello, es el sensor de voltaje que está acoplado al segmento S6 que participa en el mecanismo de compuerta del canal. Entre los segmentos S5 y S6 se encuentra el segmento P que contiene los aminoácidos que participan en el filtro de selectividad. Con respecto a los canales  $\text{Ca}_v3$  hasta la fecha sólo se conoce que están



**Figura 1. Estructura tridimensional por criomicroscopía electrónica del canal  $\text{Ca}_v3.1$ .** A la izquierda se observa una vista lateral del canal  $\text{Ca}_v3.1$  con dos iones calcio cerca del vestíbulo extracelular. En la figura de en medio se hace un giro de  $90^\circ$  para obtener una vista extracelular del canal. A la derecha se muestra un acercamiento del poro del canal donde se observan las cadenas laterales del filtro de selectividad EEDD. Imagen basada en la estructura del  $\text{Ca}_v3.1$  con código PDB: 6kzp.

conformados por la subunidad  $\alpha_1$  (Weiss y Zamponi, 2019).

Esta subunidad forma el poro del canal e interactúa con segundos mensajeros o con moléculas moduladoras del canal. Estas últimas pueden ser ligandos endógenos como agentes oxidativos, proteínas cinasas, receptores dopaminérgicos, etcétera (Zhang y cols., 2013).

La relación de permeabilidad de los iones de calcio con respecto a los iones de sodio, para los  $\text{Ca}_v$ s, es de 1000:1 aproximadamente. Tal selectividad es necesaria debido a que los iones sodio se encuentran en mayor cantidad en el espacio extracelular y ambos iones tienen radios de alrededor de 2 Å. Por otro lado, se sabe que el paso de los iones de calcio es de  $10^6$  iones $\times$ seg $^{-1}$  lo que plantea un problema en los modelos de permeabilidad debido a la alta selectividad y a su rápida velocidad de flujo. Los modelos planteados involucran múltiples sitios de unión en el poro del canal. Los sitios múltiples pueden incrementar la velocidad del flujo de los iones debido a la repulsión electrostática de la interacción ion-ion y a la competencia por los sitios de unión. Otro factor que puede aumentar el flujo de iones es la flexibilidad en el poro del canal. Las cadenas laterales de los aminoácidos encargados de la selectividad estabilizarían a los iones de calcio formando un diámetro de alrededor de 2 Å y, en ausencia de iones de calcio, por repulsión electrostática podrían formar un diámetro de aproximadamente 6 Å (Sather

y McCleskey, 2003). Hasta la fecha se cuenta con dos estructuras moleculares obtenidas por criomicroscopía electrónica del canal  $\text{Ca}_v3.1$ , a una resolución de 23 Å (Walsh y cols., 2009) y de 3.3 Å (Zhao y cols., 2019). En este último trabajo se observan dos iones de calcio dentro del poro del canal, lo que indica los sitios múltiples que participan en el flujo de iones calcio (Figura 1).

Las técnicas experimentales electrofisiológicas permiten caracterizar una corriente iónica de acuerdo con la velocidad en que un canal iónico pasa a sus diversos estados conformacionales denominada cinética del canal. Los canales tienen por lo regular tres estados conformacionales: cerrado, abierto e inactivado. Cuando pasa de cerrado a abierto se denomina fase de activación, el caso contrario es la deactivación; cuando pasa de abierto a inactivado se denomina fase de inactivación, el caso contrario es la reactivación y finalmente, cuando pasa de inactivado a cerrado, se conoce como fase de recuperación de la inactivación y el caso contrario es la inactivación en estado cerrado. El tiempo en que pasan de una fase a otra es fundamental para caracterizar corrientes iónicas.

Por su cinética de canal, los canales  $\text{Ca}_v3$  se caracterizan por abrirse en respuesta a pequeñas despolarizaciones de membrana. Con una estimulación sostenida, la corriente es transitoria, esto es

que posee una rápida inactivación y una lenta deactivación. Otra característica importante de estos canales es que, en un rango pequeño de voltaje cercano al potencial de membrana de reposo, los canales pueden abrirse sin inactivar completamente dejando pasar a la célula una cantidad de iones de calcio; a esta corriente se le conoce como corriente de ventana, y despolariza a la membrana celular. Este rasgo hace que los canales de calcio sean ideales para regular la excitabilidad celular y generar comportamientos oscilatorios de voltaje importantes en determinados sistemas.

La cinética de los subtipos del canal  $\text{Ca}_v3$  difiere también, de manera que el  $\text{Ca}_v3.3$  tiene una activación e inactivación más lentas en comparación con el  $\text{Ca}_v3.1$  y el  $\text{Ca}_v3.2$ . Dicha cinética se ve asociada con disparos de ráfaga sostenida para el  $\text{Ca}_v3.3$ , mientras que el  $\text{Ca}_v3.1$  y el  $\text{Ca}_v3.2$  generan ráfagas cortas de potenciales de acción (Perez-Reyes, 2003). Los canales  $\text{Ca}_v3$  se ubican principalmente en el sistema nervioso central, el sistema nervioso periférico, el sistema endocrino y el sistema cardiovascular. La expresión de los subtipos del canal  $\text{Ca}_v3$  difiere en el organismo, así se ha observado que el  $\text{Ca}_v3.3$  se expresa principalmente en el sistema nervioso central mientras que el  $\text{Ca}_v3.2$  y el  $\text{Ca}_v3.1$  lo hacen en el sistema nervioso periférico (Talley y cols., 1999).

#### **FUNCIONES EN ESTADO FISIOLÓGICO**

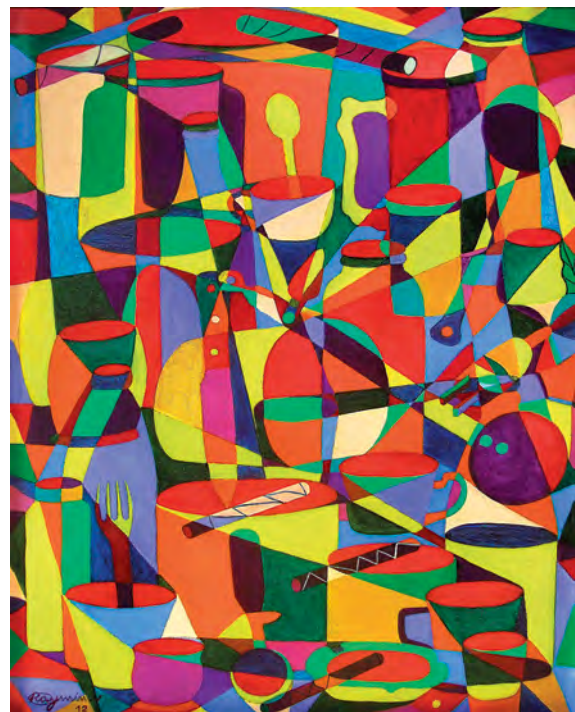
Dentro de las funciones en las que intervienen los canales  $\text{Ca}_v3$  está el movimiento de flagelos (Moran y cols., 2015), la descarga marcapaso en el corazón, las oscilaciones del potencial de membrana en el tálamo, la secreción de hormonas, la contracción del músculo liso y la fertilización (Perez-Reyes, 2003). En particular, los subtipos  $\text{Ca}_v3.1$  y  $\text{Ca}_v3.3$  tienen la función de generar las oscilaciones tálamicas, mientras que los  $\text{Ca}_v3.2$  se asocian a la contracción y proliferación del músculo liso así como a la liberación de la aldosterona y el cortisol (Catterall y cols., 2005).

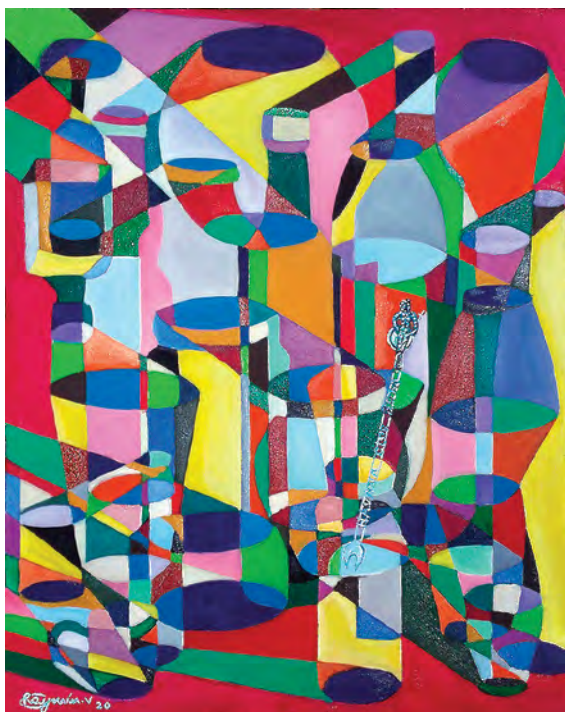
#### **CANALOPATÍAS**

Cuando los canales iónicos o las proteínas que los regulan no funcionan de manera adecuada generan enfermedades denominadas canalopatías. El mal funcionamiento de los canales  $\text{Ca}_v3$  genera, por lo general, una sobreexcitación en el sistema donde están expresados, es por ello que moléculas que bloquean su función son posibles herramientas farmacológicas. A continuación mencionamos algunas enfermedades relacionadas con la disfunción de estos canales.

Los canales  $\text{Ca}_v3$  contribuyen a la excitabilidad de las fibras aferentes primarias en el dolor neurológico y el dolor neuropático. El subtipo  $\text{Ca}_v3.2$  es el principalmente relacionado con este padecimiento por su distribución periférica. Un tratamiento propuesto involucra considerar dos blancos terapéuticos: el  $\text{Ca}_v3.2$  y los receptores CB1/CB2. Por ejemplo, el ligando endógeno endocannabinoide Anandamida (Ross y cols., 2009) y los compuestos sintetizados derivados del carbazol NMP (Neuro Molecular Production) (Gadotti y cols., 2013; You y cols., 2011) actúan como bloqueadores de los

© Raymín. Sin título, óleo/lienzo, 2019.





© Raymín. Sin título, óleo/lienzo, 2019.

canales  $\text{Ca}_v3$  y como ligandos de los receptores cannabinoides. Dentro de este último grupo de moléculas, el compuesto NMP-7 tiene una mayor afinidad sobre los  $\text{Ca}_v3.2$  (Berger y cols., 2014).

En cuanto a desórdenes de depresión mayor, un estudio reciente demostró que durante este padecimiento existe una sobreexcitación de las neuronas de la habénula lateral. Se ha observado que en la sobreexcitación participan los receptores NMDA (N-metil-D-aspartato) y los canales  $\text{Ca}_v3$ . El bloqueo con ketamina para los receptores NMDA o los bloqueadores mibefradil y etosuximida tienen un efecto antidepresivo rápido (Yang y cols., 2018).

En el corazón adulto de humano el canal de calcio tipo L es el que participa en mayor porcentaje en los potenciales de acción cardiacos, mientras que los canales  $\text{Ca}_v3$  facilitan la despolarización en el nodo sinoauricular. La expresión de los canales  $\text{Ca}_v3$  en el corazón es mayor durante el desarrollo embrionario y disminuye en ciertas regiones en el corazón adulto. Sin embargo, en condiciones patológicas se ha observado que los canales  $\text{Ca}_v3$  se vuelven a expresar en miocitos ventriculares y atriales para generar hipertrofia y

falla cardiaca, contribuyendo a un comportamiento anormal en el acoplamiento excitación-contracción y en la actividad eléctrica cardiaca (Ono e Iijima, 2010).

Los canales  $\text{Ca}_v3$  participan en las disritmias tálamo-corticales observadas en enfermedades tales como epilepsia, desórdenes neurológicos y neuropsiquiátricos, temblor asociado a la enfermedad de Parkinson, dolor neurogénico, entre otros (Perez-Reyes, 2003).

### BLOQUEADORES DE LOS CANALES $\text{Ca}_v3$

Las moléculas bloqueadoras de los canales  $\text{Ca}_v3$  pueden ser clasificadas en tres tipos: iones divalentes (por ejemplo, níquel y cadmio), toxinas (como la kurtoxina y la protoxina) y moléculas orgánicas. Sobre este último grupo se han desarrollado fármacos para tratar las canalopatías de dichos canales y son de las que hablaremos más adelante.

Los fármacos aprobados para el tratamiento de la epilepsia son la etosuximida, el ácido valproico y la zonizamida. El bloqueador Z944 se encuentra en fase II para el tratamiento del dolor, su rango de afinidad es del orden nanomolar, como los bloqueadores TTA-A2 y TTA-P2. Otro fármaco que se encuentra en fase II para el tratamiento de epilepsia generalizada es el ACT-709478.

La nimodipina es un bloqueador inespecífico de los canales  $\text{Ca}_v3$  (bloquea también los canales de calcio tipo L) que está aprobada para el tratamiento de la hipertensión arterial (Weiss y Zamponi, 2019). Anteriormente el fármaco mibefradil se prescribía como tratamiento de la hipertensión arterial, sin embargo, salió del mercado por la interacción que tenía con otros fármacos incrementando efectos secundarios, algunos de ellos mortales.

A partir del mibefradil se han desarrollado fármacos derivados como el NNC-55-0396, el cual reemplaza la cadena lateral del acetato de metóxido por un ciclopropano-carboxilato. Esta molécula es más estable al evitar la formación del metabolito



© Raymín. Sin título, óleo/lienzo, 2019.

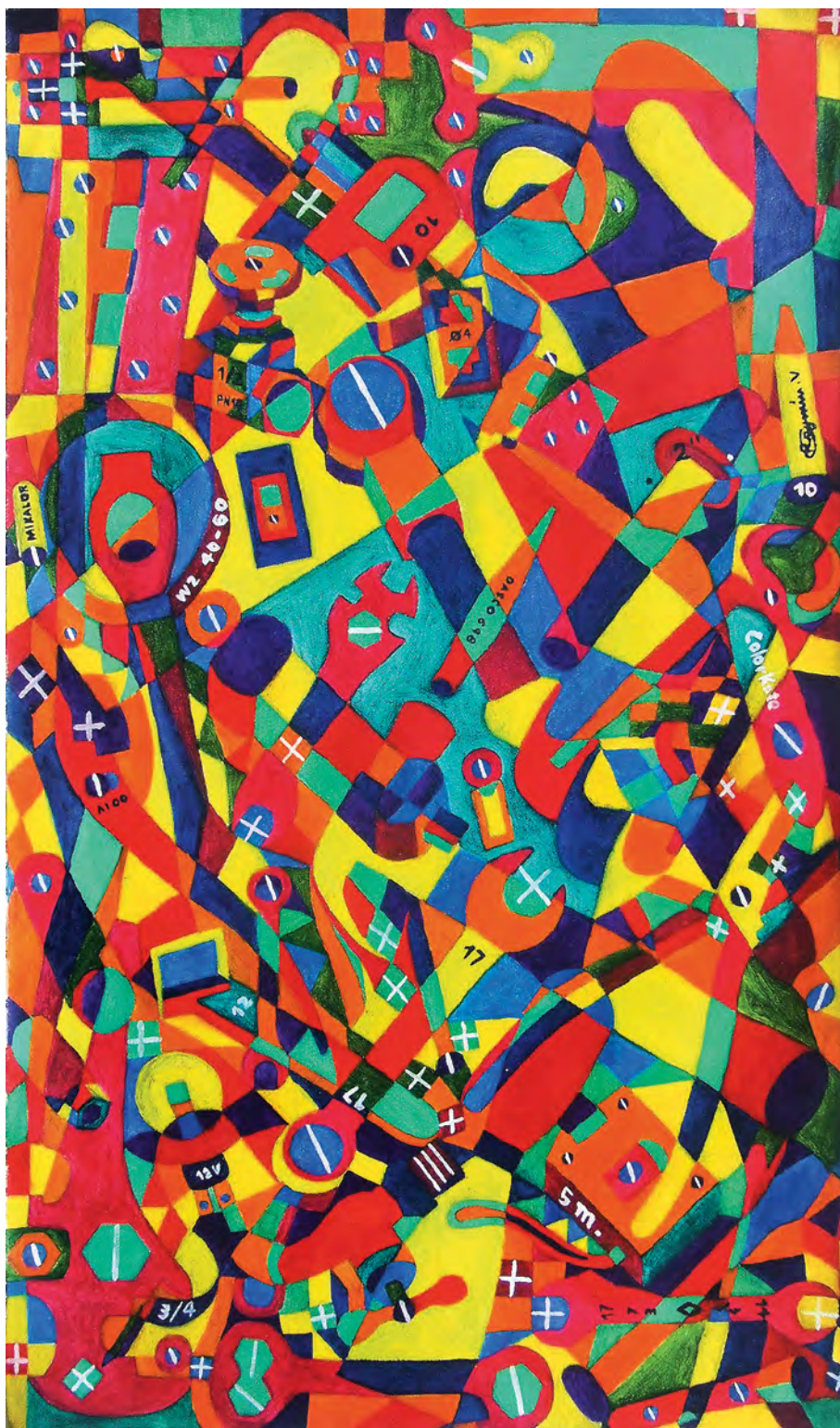
del mibefradil llamado dm-mibefradil (Ro 40-5966), que se forma cuando se hidroliza la cadena lateral del acetato metoxi por acción de enzimas intracelulares (Li y cols., 2005).

Podemos concluir que los canales  $\text{Ca}_v3$  son muy importantes debido a que participan en diversos procesos fisiológicos y patológicos. El desarrollo de fármacos que actúen sobre estos blancos moleculares generará mejoras en el tratamiento de las canalopatías relacionadas.

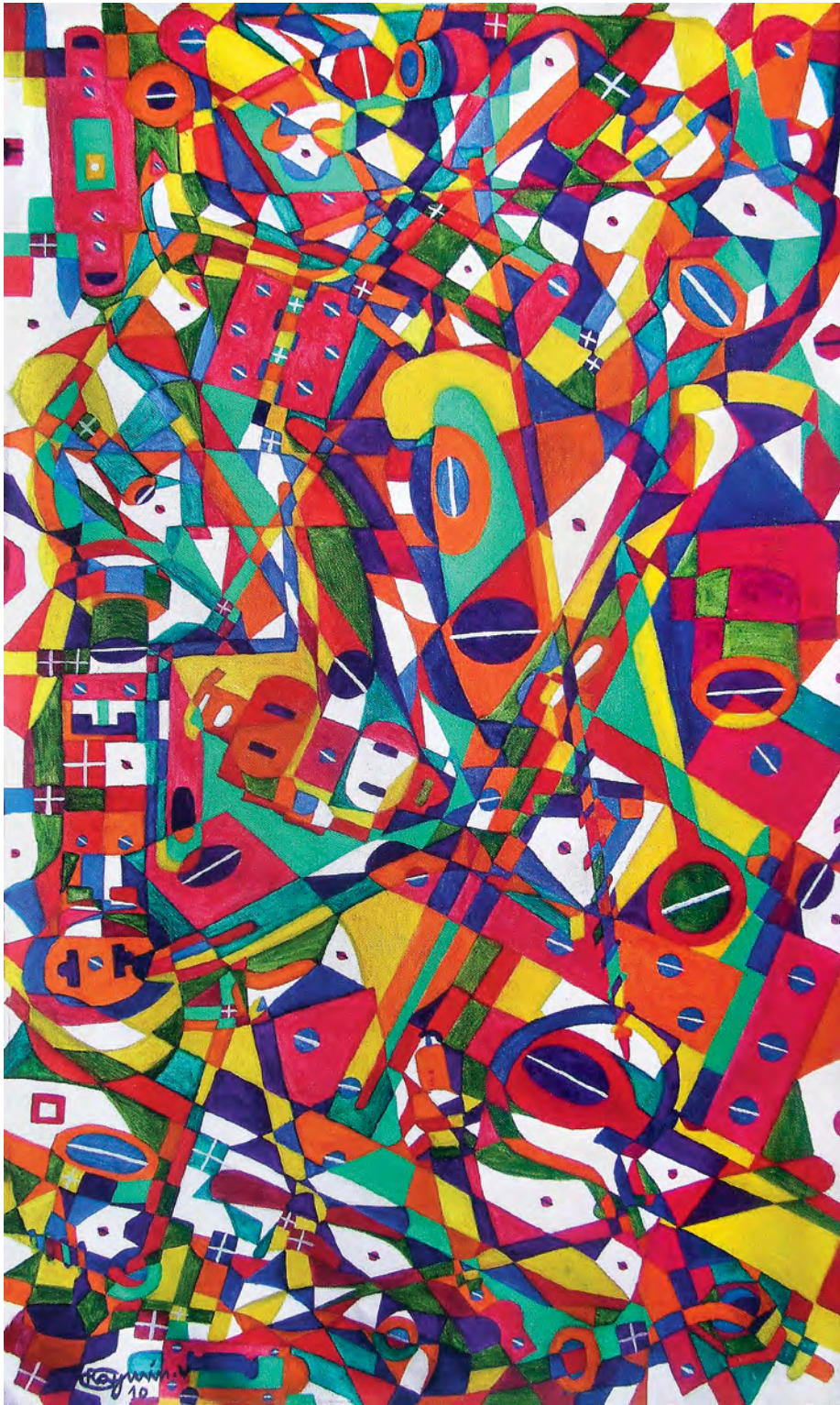
## REFERENCIAS

- Berger ND, Gadotti VM, Petrov RR, Chapman K, Diaz P, Zamponi GW (2014). NMP-7 inhibits chronic inflammatory and neuropathic pain via block of  $\text{Ca}_v3.2$  T-type calcium channels and activation of CB2 receptors. *Mol. Pain* 10:1-9.
- Catterall WA, Perez-Reyes E, Snutch TP, Striessnig J (2005). International Union of Pharmacology. XLVIII. Nomenclature and Structure-Function Relationships of Voltage-Gated Calcium Channels. *Pharmacol Rev* 57:411-425.
- Dolphin AC (2006). A short history of voltage-gated calcium channels. *Br. J. Pharmacol* 147:56-62.
- Gadotti VM, You H, Petrov RR, Berger ND, Diaz P, Zamponi GW (2013). Analgesic Effect of a Mixed T-Type Channel Inhibitor/CB2 Receptor Agonist. *Mol. Pain* 9:1744-8069-9-32.
- Lee CW, Bae C, Lee J, Ryu JH, Kim HH, Kohno T, Swartz KJ, Kim JI (2012). Solution structure of kurtotoxin: A gating modifier selective for  $\text{Ca}_v3$  voltage-gated  $\text{Ca}^{2+}$  channels. *Biochemistry* 51:1862-1873.
- Li M, Hansen JB, Huang L, Keyser BM, Taylor JT (2005). Towards selective antagonists of T-type calcium channels: Design, characterization and potential applications of NNC 55-0396. *Cardiovasc. Drug Rev* 23:173-196.
- Moran Y, Barzilai MG, Liebeskind BJ, Zakon HH (2015). Evolution of voltage-gated ion channels at the emergence of Metazoa. *J. Exp. Biol* 218:515-525.
- Ono K, Iijima T (2010). Cardiac T-type  $\text{Ca}^{2+}$  channels in the heart. *J. Mol. Cell. Cardiol* 48:65-70.
- Perez-Reyes E (2003). Molecular physiology of low-voltage-activated T-type calcium channels. *Physiol. Rev* 83:117-161.
- Ross HR, Gilmore AJ, Connor M (2009). Inhibition of human recombinant T-type calcium channels by the endocannabinoid N-arachidonoyl dopamine. *Br. J. Pharmacol* 156:740-750.
- Sather WA, McCleskey EW (2003). Permeation and Selectivity in Calcium Channels. *Annu. Rev. Physiol* 65:133-159.
- Talley EM, Cribbs LL, Lee JH, Daud A, Perez-Reyes E, Bayliss DA (1999). Differential distribution of three members of a gene family encoding low voltage-activated (T-type) calcium channels. *J. Neurosci* 19:1895-911.
- Walsh CP, Davies A, Butcher AJ, Dolphin AC, Kitmitto A (2009). Three-dimensional structure of  $\text{Ca}_v3.1$ : comparison with the cardiac L-type voltage-gated calcium channel monomer architecture. *J. Biol. Chem* 284:22310-21.
- Weiss N, Zamponi GW (2019). T-type calcium channels: From molecule to therapeutic opportunities. *Int. J. Biochem. Cell Biol* 108:34-39.
- Yang Y, Cui Y, Sang K, Dong Y, Ni Z, Ma S, Hu H (2018). Ketamine blocks bursting in the lateral habenula to rapidly relieve depression. *Nature* 554:317-322.
- You H, Gadotti VM, Petrov RR, Zamponi GW, Diaz P (2011). Functional characterization and analgesic effects of mixed cannabinoid receptor/T-type channel ligands. *Mol. Pain* 7:89.
- Zhang Y, Jiang X, Snutch TP, Tao J (2013). Modulation of low-voltage-activated T-type  $\text{Ca}^{2+}$  channels. *Biochim. Biophys. Acta* 1828:1550-9.
- Zhao Y, Huang G, Wu Q, Wu K, Li R, Lei J, Pan X, Yan N (2019). Cryo-EM structures of apo and antagonist-bound human  $\text{Ca}_v3.1$ . *Nature* 1-6.

**Maricruz Rangel-Galván**  
**Laboratorio de Química Teórica**  
**Facultad de Ciencias Químicas**  
**Benemérita Universidad Autónoma de Puebla**  
**marirangal@gmail.com**



© Raymín. *Mis herramientas 1*, óleo/lienzo, 2019.



© Raymín. *Mis herramientas 2*, óleo/lienzo, 2019.

# Algunos motivos para la popularidad de Friedrich Nietzsche en el área andina

H. C. F. **Mansilla**

La constelación intelectual del presente en el ámbito andino exhibe indudables ventajas desde una perspectiva histórica de largo aliento. Nunca antes habían florecido al mismo tiempo tantas escuelas y doctrinas distintas y hasta contrapuestas, y esta diversidad enriquece y enaltece el pensamiento de la región. Pero también hay algunos elementos poco promisorios. En el ámbito académico y universitario del área andina y, en realidad, de toda América Latina, se ha pasado, casi sin transición, de un autoritarismo al otro: a la dictadura del marxismo (en sus diferentes variantes) le ha sucedido el reinado del postmodernismo (con sus tendencias afines, como el postestructuralismo y el deconstructivismo). Oponerse a esta corriente prevaleciente sigue siendo algo impopular, pero necesario.

Entre las figuras paradigmáticas del postmodernismo latinoamericano se halla Friedrich Nietzsche (1844-1900), como se puede percibir desde hace ya varios años, por ejemplo en la obra del pensador chileno Martín Hopenhayn.<sup>1</sup> En América Latina las concepciones nietzscheanas representan un intento de crítica general e implacable al mundo burgués, pero, paradójicamente, no están exentas de aspectos fuertemente dogmáticos e irracionales y de notables incongruencias. Este breve texto pretende solo

llamar la atención sobre algunos lugares comunes de esta temática.

Después de un largo periodo dominado por el racionalismo y la Ilustración, por el liberalismo y el optimismo evolutivo, brotaron en el siglo XIX diversas escuelas de pesimismo histórico, realismo “antihumanista” y relativismo axiológico, cuyos representantes más conspicuos fueron Arthur Schopenhauer y Friedrich Nietzsche. Los méritos y logros asociados al pensamiento de Nietzsche son sólidos y bien conocidos. Basta mencionar, por ejemplo, su intento de descubrir la voluntad de poder en las más diversas operaciones intelectuales: detrás de los ideales de objetividad de los científicos y detrás de las aspiraciones de rectitud de la moral universalista se ocultan a menudo los imperativos de la autoconservación y los desig-nios del poder desnudo. Después de Nietzsche no podemos retroceder a aquel estadio ingenuo que trata de ignorar los nexos que frecuentemente se dan entre la voluntad de dominar, las construcciones racionalistas y los preceptos éticos.

Nietzsche y sus discípulos han ensalzado a la calidad de única verdad admisible este enfoque, que es ciertamente heurístico y promisorio si se lo somete a un régimen diferenciado y se lo contrasta

con visiones divergentes de la misma problemática. La arqueología de la moral y la doctrina de la sospecha sistemática que practicó Nietzsche le condujeron, empero, a percibir sin matices la vigencia omnipotente de los instintos detrás de todo principio ético, a recelar de la consciencia en cuanto disfraz de apetitos, a conjeturar que toda reflexión encubre una concupiscencia irrefrenable y a presumir que lo bello, lo justo y lo bueno, como también el trabajo, las instituciones sociales y políticas y hasta las edificaciones de la historia, configurarían un barniz de hipocresía y falsas apariencias del cual se dotan todas las sociedades. El despliegue sistemático de esta teoría de la sospecha sistemática —que es el fundamento de la popularidad de Nietzsche en el ámbito andino— termina ineludiblemente en la sentencia de que la realidad es solo el mundo de los apetitos y las pasiones, y que el pensamiento es únicamente la relación de los instintos entre sí.<sup>2</sup> Esta suspicacia generalizada y hasta dogmática es uno de los factores centrales de la tradición autoritaria y premoderna, que se ha mantenido de manera relativamente sólida en el área andina. Y junto con la sospecha generalizada se halla el otro fundamento que es el renacimiento de la doctrina de las emociones y los sentimientos como el sustrato más importante y persistente de la autenticidad de esta región.

Pensar, actuar y hasta sentir configuran para Nietzsche manifestaciones de una racionalidad instrumental concebida del modo más unilateral: las que él llama las virtudes socráticas, los fundamentos de la moral, las destrezas humanas más diversas y toda forma racional de análisis, especulación y síntesis, constituirían exclusivamente formas y manifestaciones del instinto de autopreservación, meros refinamientos del ímpetu animal consagrado a buscar alimento y protección frente al peligro incesante que es la vida.<sup>3</sup> El intelecto sería, por consiguiente, una mera reproducción de un impulso vital que estaría allende el bien y el mal; la ética y la política representarían ardidés justificatorios de esa propensión vital y de la voluntad de poder que se deriva de ella. La pura inmediatez adquiere así

© Raymín. *Días de fiesta 1*, óleo/lienzo.



una dignidad ontológica superior a la consciencia. Este vitalismo intuitivo es lo que nuevamente se ha puesto de moda en la zona andina y en gran parte de América Latina.

La polémica de Nietzsche contra la consciencia (en cuanto un estado personal enfermizo e imperfecto<sup>4</sup>) y, en el fondo, contra la individualidad como tal<sup>5</sup> —solo puede brotar de una consciencia altamente reflexiva que se observa y critica a sí misma con la lucidez del más refinado raciocinio.

La ideología de la desconfianza liminar concluye sintomáticamente en una certeza incontestable: el impulso vital, los instintos animales y la voluntad de poder conformarían la base y el *telos* de toda la actividad sideral, incluyendo la humana, y tendrían una fuerza normativa omnimoda, ante la cual toda resistencia y toda reflexión serían inútiles. Esta deliberada simpleza es la típica de gente relativamente ingenua y dedicada a los libros que quiere dar la impresión de ser dura y perspicaz, mundana y cínica; gente que, en el fondo, está poseída por un anhelo avasallador de encontrar una certidumbre a la cual aferrarse y desde la cual explicar la inmensa diversidad del mundo. La “energía destructiva”, “la irritante alegría” y “el trabajo en profundidad”, con los que Nietzsche intentó la eliminación de la metafísica, lo llevan a una intuición oscura y nada original: a postular la presunta decadencia de todo el pensamiento occidental y a vislumbrar en su lugar, mediante relámpagos ocasionales, una “verdad dionisiaca”, un desciframiento del universo, lo que no implica, empero, un conocimiento más o menos objetivo o veraz del mismo, que era, en el fondo, el anhelo nietzscheano.

Una incongruencia similar se puede detectar en sus escritos de madurez. En la esfera de la cultura y el pensamiento todo resulta ser relativo y aleatorio, todo se reduce a estrategias instrumentales e ideologías justificatorias, pero, al mismo tiempo, el tenor general de la obra de Nietzsche es autoritario, categórico y altamente repetitivo al enunciar “verdades profundas”: las propias. Estos son precisamente los rasgos de la mentalidad aún predominante en el área andina y en gran parte de América Latina. Es notable que en un universo sin

sentido ni razón sustancial y sin sujeto con capacidad de autoconsciencia crítica, Nietzsche apele incansablemente a la luz, la claridad, a la sabiduría, al raciocinio y al esfuerzo esclarecedor (como es el caso persistente en *Así habló Zaratustra*).

Además: la crítica de la razón por parte de Nietzsche se coloca por encima del horizonte del racionalismo, apelando, en el fondo, a criterios estéticos de proveniencia arcaica que estarían allende el bien y el mal. Pero estos criterios —lo Otro de la razón— no disponen de ninguna legitimidad que pueda ser investigada o menos aun cuestionada; no se basan en una concatenación argumentativa o en principios éticos reconocibles, sino en la circularidad autorreferencial.<sup>6</sup> La actitud concomitante, que no era extraña a Nietzsche, es la de atribuirse una especie de autocreación y auto-invencción, que desemboca en una auto-exaltación bastante ingenua. Este egocentrismo agudo no está exonerado de una carga de dogmatismo y puede terminar en tendencias autodestructivas.

En la esfera socio-política Nietzsche fue, sin duda alguna, partidario de concepciones irracionales, elitarias, antidemocráticas e iliberales, las que carecían, empero, de una dirección y una meta claras o, por lo menos, discernibles. Para él la

© Raymín. *Días de fiesta 2*, óleo/lienzo.



democracia liberal-burguesa en cuanto forma de la decadencia estatal no poseería ninguna sustancia digna de mención.<sup>7</sup> Democracia y socialismo conformarían sistemas despóticos que transformarían al ser humano en un mero animal gregario.<sup>8</sup> Nietzsche percibió claramente que la sociedad moderna (“la época de la mezquindad”) propende a una nivelación de todos sus miembros, incluidas las élites; los grandes dirigentes políticos no dejarían de ser individuos mediocres. Pero esta visión crítica del socialismo y de la democracia de masas no le indujeron a imaginarse un sistema de valores o un marco institucional, en cuyo seno se podrían refrenar los excesos de la democracia mediante normativas y mecanismos aristocráticos y meritocráticos, como había sido el caso en las teorías de Aristóteles, Polibio y Cicerón desde la Antigüedad clásica. Las víctimas y no los victimarios serían los responsables por las miserias del mundo.

En la *Genealogía de la moral*, una de sus obras más utilizadas por el fundamentalismo postmoderista en toda América Latina, se lee esta confesión de fe del nihilismo y cinismo: “Nada es verdad, todo está permitido”.<sup>9</sup> Esta sentencia tiene la debilidad de todo pensamiento relativista extremo: si nada es verdad, entonces esta misma frase no puede ser tomada en serio porque es una simple falacia. En cuanto declaración doctrinaria denota, empero, otros dilemas.

Según *Theodor W. Adorno* y *Max Horkheimer*, esta concepción no es de ninguna manera una superación de los principios de la Ilustración y del racionalismo —como lo creyera firmemente Nietzsche—, sino su exageración y exaltación.<sup>10</sup> Nietzsche continúa una propensión del racionalismo al promover la voluntad y autonomía individuales a la calidad de principio divino.

Otro designio de la Ilustración, la paulatina independencia del ser humano con respecto a factores externos, llega a su apoteosis en la obra de Nietzsche, mezclada con la “ley” de los privilegios de los fuertes sobre los débiles. Nietzsche, dicen Adorno

y Horkheimer, habría tratado que fundamentar una humanidad sin Dios, es decir sin frenos éticos, ni limitaciones de ningún tipo, proyecto que no sería extraño a los sueños más virulentos de un racionalismo desbocado del siglo XVIII (contenido, por ejemplo, en los seductores escritos del marqués de Sade), cuyas ramificaciones llegan hasta el fascismo totalitario del siglo XX y a los propósitos de autodestrucción del género humano basados en una tecnología descontrolada.<sup>11</sup>

La conclusión es clara: la mera casualidad y la lucha incesante de todos contra todos sería el principio y el fin de las cosas.

La guerra aparece entonces como la causa de todas las cosas, pero esta constatación nietzscheana, anticipada por *Thomas Hobbes* y muchos otros pensadores (entre ellos Arthur Schopenhauer), es realizada sin distancia crítica y sin intención analítica, más bien como una exaltación algo candorosa de la misma, como si no hubiera habido una amplísima discusión de esta doctrina por lo menos desde los tiempos de Hobbes. La historia resulta así la crónica de conflictos sin solución y sin síntesis.<sup>12</sup>

El relativismo ético de Nietzsche y los postmodernistas se basa en la noción altamente especulativa de que el sentimiento de culpabilidad sea solo la vulneración del narcisismo humano, una hipotética consecuencia de su violenta separación del pasado animal.<sup>13</sup>

En este caso se trata probablemente de una construcción intelectual, a la que es proclive la gente supercivilizada y muy alejada de la naturaleza y de los animales. El teorema en torno al nacimiento del cristianismo a causa del resentimiento<sup>14</sup> de los débiles frente a los fuertes y talentosos es una concepción estrechamente ligada a la anterior e igualmente unilateral y exagerada, que descuida premeditadamente el hecho de que la moral cristiana representa *también* una voluntad que niega el poder grosero desde una instancia que no es naturaleza originaria (como, por ejemplo, la razón y la conciencia). A menudo estos ejercicios teóricos provienen de personas sensibles a quienes no les ha ido muy bien en la vida y que viven en las esferas

de la cultura, el intelecto y el arte, y que no quieren pasar como ingenuos, y, al contrario, quieren ser considerados como realistas implacables.

Hay ciertamente un conflicto entre la valentía ejemplar de Nietzsche en el campo del pensamiento puro y una angustia profunda de una naturaleza delicada, casi infantil. Trató, sin duda, de hallar una identidad sólida, pero la búsqueda de este encuentro consigo mismo también le producía miedo. La locura fue como una liberación para él. En el marco del culto de Nietzsche —y de las perversas modas del día— se llega ahora a postular que su enfermedad debe ser vista como una posibilidad de liberación: el sufrimiento iluminaría el alcance de la ruptura que se vive cotidiana y permanentemente y daría la medida de la irreversibilidad de la fractura con ese mundo profano y de la vivencia de lo irreparable como resultado inexorable y anhelado: “El cansancio en el cuerpo habla del cansancio en la cultura”.<sup>15</sup>

Aquí se argumenta como si la salud o la cordura impidieran una mirada y un raciocinio correctos y profundos. A la apología de la enfermedad sigue indefectiblemente la celebración de la locura: “El delirio no es distorsión, mentira ni error. Es el pensar mismo que se expande más allá de las fronteras de la razón”.<sup>16</sup> Todo esto tiene el sabor de las ideologías clásicas justificatorias, que tratan de hacer pasar una desventaja propia como una genuina ventaja a largo plazo o en una esfera presuntamente superior.

Finalmente hay que mencionar de modo somero la metáfora nietzscheana de la muerte de Dios, que ha cobrado renovada actualidad. La expresión significaría ahora, por ejemplo, que el racionalismo instrumentalista habría matado el sentimiento religioso en el corazón de los hombres, dejando al universo sin sentido, aunque los hombres se siguen comportando como si el mundo, la historia y la vida social continuaran poseyendo un sentido, aunque Dios nos haya abandonado completamente.

O, por otro lado, la muerte de Dios anunciaría que ha desaparecido toda posibilidad de establecer bases para juicios morales, para diferenciar entre lo bueno y lo malo y que, por tanto, la civilización

del presente estaría condenada tarde o temprano a la aniquilación. La metáfora de la defunción de Dios querría señalar también

[...] la muerte de la metafísica, entendida como perspectiva que establece la distinción categórica entre conocimiento verdadero y falso, entre lo esencial y lo aparente, entre el sujeto y el mundo, y entre pensamiento y fenómeno; la muerte del principio que garantiza la certeza y la posibilidad de la unidad interna en el sujeto, llámese ese principio Razón o conciencia; [...] la muerte de las cosmovisiones estables, de la temporalidad ordenada, de todo centro en torno al cual sea posible articular nuestras ideas; en fin, la muerte de la certeza y autoconfianza del yo.<sup>17</sup>

Esta visión tiene una índole ciertamente popular porque contiene una función aparentemente liberadora que, en el fondo, nos exime de pensar mucho y de realizar esfuerzos intelectuales desagradables.

La muerte de Dios libera y dispersa. Coloca al sujeto entre ambivalencias cruzadas. Le provee de autonomía pero le sustrae fundamento y continuidad.<sup>18</sup>

Esta convicción es cómoda, porque parece prohibir el hacerse preguntas elementales como la distinción entre lo esencial y lo aparente, entre lo verdadero y lo falso; es ciertamente laudatorio el mostrar las dificultades inherentes a estas cuestiones y evitar las respuestas ingenuas, pero también tiene algo de agradable y distendido el evitar gradaciones y diferenciaciones entre lo importante y lo secundario, entre el yo y el mundo, precisamente cuando las relaciones entre estos elementos se vuelven insoportablemente complejas.

Como conclusión se puede aseverar que la obra de Friedrich Nietzsche muestra una contradicción performativa: la intención crítica es invalidada por un incesante despliegue de elementos dogmáticos, arbitrarios e irracionales. Estas formas



© Raymín. *Días de fiesta 3*, óleo/lienzo.

ingeniosas de dogmatismo han influido poderosamente sobre la consciencia andina y latinoamericana contemporánea, han fomentado nuevas formas de autoritarismo intelectual y de conformismo político y han conducido a la abdicación del pensamiento ante el horizonte del presente.

## NOTAS

<sup>1</sup> Martín Hopenhayn, *Después del nihilismo. De Nietzsche a Foucault*, Barcelona: Andrés Bello 1997.

<sup>2</sup> Friedrich Nietzsche, *Jenseits von Gut und Böse. Vorspiel einer Philosophie der Zukunft (Allende lo bueno y lo malo. Preludio a una filosofía del futuro)*. En: Nietzsche, *Studienausgabe* (Edición de estudio), compilación de Hans Heinz Holz, Frankfurt: Fischer 1968, t. III, pp. 25-179, aquí p. 53.

<sup>3</sup> Friedrich Nietzsche, *Menschliches, Allzumenschliches. Ein Buch für freie Geister (Humano, demasiado humano. Un libro para espíritus libres)*, en: Nietzsche, *Studienausgabe*, *op. cit.* (nota 2), t. II, pp. 24-261, aquí p. 58.

<sup>4</sup> Friedrich Nietzsche, *Zur Genealogie der Moral. Eine Streitschrift (Sobre la genealogía de la moral. Una polémica)*, en: Nietzsche, *Studienausgabe*, *op. cit.* (nota 2), t. IV, pp. 28-142, especialmente pp. 79-80.

<sup>5</sup> En 1872 escribió Nietzsche que la individuación era el mal primigenio y mayor y que el arte representaba la feliz esperanza de poder aniquilar la maldición de la individualidad.- Friedrich Nietzsche, *Die Geburt der Tragödie aus dem Geiste der Musik (El nacimiento de la tragedia desde el espíritu de la música)*. En: Nietzsche, *Studienausgabe*, *op. cit.* (nota 2), t. I, pp. 30-125, aquí p. 65.

<sup>6</sup> Sobre los aspectos autorreferenciales de la obra de Nietzsche Cf. Jürgen Habermas, *Der philosophische Diskurs der Moderne (El discurso filosófico de la modernidad)*, Frankfurt: Suhrkamp 1985, pp. 119-120, 149.

<sup>7</sup> Nietzsche, *Menschliches...*, *op. cit.* (nota 3), p. 223.

<sup>8</sup> *Ibid.*, pp. 223-224: Nietzsche vislumbró claramente el carácter despótico del Estado socialista del futuro, sus instrumentos ideológicos y la forma como este trataría a sus súbditos.

<sup>9</sup> Friedrich Nietzsche, *Zur Genealogie...*, *op. cit.* (nota 4), p. 133.

<sup>10</sup> Max Horkheimer / Theodor W. Adorno, *Dialektik der Aufklärung. Philosophische Fragmente (Dialéctica de la Ilustración. Fragmentos filosóficos)*, Amsterdam: Querido 1947, pp. 114, 119-120.

<sup>11</sup> *Ibid.*, pp. 122, 138, 141-142.

<sup>12</sup> Como lo señaló Hans Maier, pensadores progresistas (entre ellos una buena parte de los postmodernistas) pasan deliberadamente por alto los aspectos abierta y francamente antihumanistas de la obra nietzscheana (particularmente de sus últimos escritos), consagrados en parte a justificar por cualesquiera medios la consecución de una "gran política", cuya realización podría enterverse en los proyectos de destrucción masiva del siglo XX.- Cf. Hans Maier, *Gewaltdeutungen im 19. Jahrhundert. Hegel, Goethe, Clausewitz, Nietzsche (Interpretaciones de la violencia en el siglo XIX. Hegel, Goethe, Clausewitz, Nietzsche)*. En: Hans Maier (comp.), *Wege in die Gewalt. Die modernen politischen Religionen (Sendas a la violencia. Las religiones políticas modernas)*, Frankfurt: Fischer 2002, pp. 54-69, especialmente pp. 64-65, 69.

<sup>13</sup> Friedrich Nietzsche, *Zur Genealogie...*, *op. cit.* (nota 4), pp. 79-80.- Cf. la detallada biografía intelectual: Rüdiger Safranski, *Nietzsche: biografía de su pensamiento*, Barcelona: Tusquets 2001, pp. 198-200, 360.

<sup>14</sup> Nietzsche, *Jenseits...*, *op. cit.* (nota 2), p. 61; Nietzsche, *Der Antichrist. Fluch auf das Christentum (El Anticristo. Maldición al cristianismo)*. En: Nietzsche, *Studienausgabe*, *op. cit.* (nota 2), t. III, pp. 180-239, especialmente pp. 224, 234, 239; Nietzsche, *Ecce homo. Wie man wird, was man ist (Ecce homo. Cómo uno llega a ser lo que es)*. En: *Studienausgabe*, *ibid.*, t. IV, pp. 143-218, especialmente pp. 204-205.

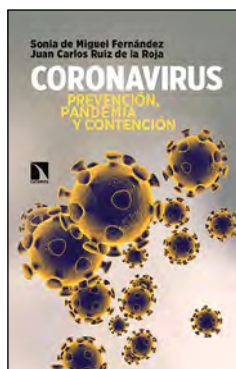
<sup>15</sup> Heinrich Detering, *Der Antichrist und der Gekreuzigte. Friedrich Nietzsches letzte Texte (El Anticristo y el Crucificado. Los últimos textos de Friedrich Nietzsche)*, Stuttgart: Reclam 2012, pp. 7-12.

<sup>16</sup> Martín Hopenhayn, *op. cit.* (nota 1), p. 124, p. 181.

<sup>17</sup> *Ibid.*, pp. 19-20.

<sup>18</sup> *Ibid.*, p. 20.

**H. C. F. Mansilla**  
**Miembro de número de la Academia**  
**de Ciencias de Bolivia**  
[hcf\\_mansilla@yahoo.com](mailto:hcf_mansilla@yahoo.com)



CORONAVIRUS:

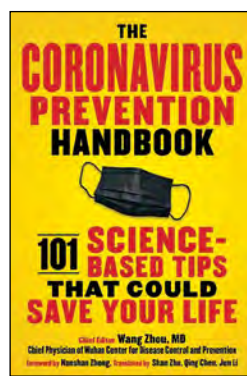
PREVENCIÓN, PANDEMIA Y CONTENCIÓN

JUAN CARLOS RUIZ DE LA ROJA Y SONIA DE MIGUEL FERNÁNDEZ

Catarata

Madrid, 2020

Información de primera mano sobre el comportamiento del virus, sus tasas de infección y lo que se está haciendo desde la investigación científica para combatirlo. El libro también brinda detalles sobre el futuro y lo que hay que tener en cuenta una vez que la contingencia haya terminado. Los autores nos ofrecen un recorrido divulgativo por esa realidad microscópica que ahora nos amenaza; cómo actúa y se propaga un virus, las pruebas diagnósticas que existen, las investigaciones en vacunas, qué alimentos nos protegen y las pandemias del pasado –o las posibles del futuro– son algunos de los aspectos que nos aguardan en este libro. La COVID-19 no es, ni de lejos, la pandemia más letal de la historia, pero sí la peor que hemos vivido. Es nuestra peste negra. Un enemigo que no vimos venir y que nos genera muchas dudas sobre sus formas de ataque y sus puntos débiles. Pero los coronavirus que ahora nos inquietan no son nuevos: hace años ya protagonizaron dos brotes alarmantes cuando "saltaron" de un animal a un ser humano. Ahora, una nueva mutación (SARS-CoV-2) se ha propagado mucho más rápido que sus antecesoras y parece dispuesta a desestabilizar toda nuestra vida.



MANUAL DE PREVENCIÓN DE CORONAVIRUS:

101 TIPS PROBADOS POR LA CIENCIA

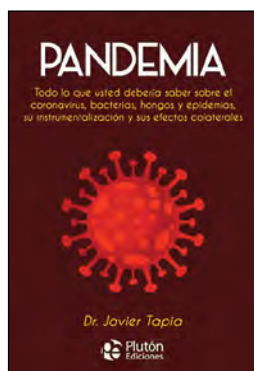
QUE PUEDEN SALVAR TU VIDA

WANG ZHOU

Skyhorse Publishing

New York, 2020

El principal autor de este libro es el médico Wang Zhou, jefe del Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades de Wuhan, quien junto con otros profesionales que ayudaron a resolver la crisis en la ciudad china donde se dio a conocer la pandemia, expone en este libro los aspectos más relevantes de su experiencia. Este libro se hizo público en la red en idioma español para el alcance de todos: <https://instituciones.sld.cu/facsa/files/2020/03/Libro-de-prevenci%C3%B3n-del-CORONAVIRUS-traducido-al-esp%C3%B1ol.pdf>.



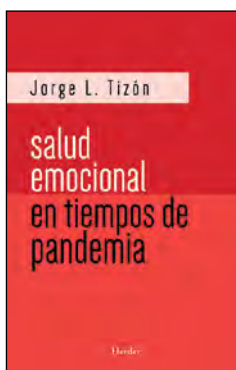
PANDEMIA

**JAVIER TAPIA**

Plutón Ediciones

Barcelona, 2020

Todo lo que usted debería saber sobre el coronavirus, bacterias, hongos y epidemias, su instrumentalización y sus efectos colaterales –se afirma en el subtítulo–. La COVID-19 ha tenido un efecto en la forma en que nos comportamos como sociedad. El doctor en sociología Javier Tapia (Ciudad de México, 1955) dice que esta pandemia es un objeto de estudio sobre cómo las personas reaccionan a las crisis y cómo las mentalidades políticas y mediáticas influyen en el imaginario colectivo.



SALUD EMOCIONAL EN TIEMPOS DE PANDEMIA

**JORGE TIZÓN**

Herder

Barcelona, 2020

Salud emocional en tiempos de pandemia, surgido por la emergencia de los acontecimientos, intenta aproximarnos a la comprensión de qué nos está sucediendo, a nivel psicológico, como protagonistas de la pandemia de la COVID-19. Más allá del miedo, las emociones que se mueven en una crisis de tal calibre abarcan un espectro más amplio. ¿Cuáles son las demás emociones que nos invaden y qué papel están desempeñando? ¿Cómo podemos gestionar esta crisis a nivel emocional, que tan de súbito llegó sin tiempo para prepararnos? Asimilar un fenómeno de tal magnitud es difícil y abrumador. En este sentido, el presente ensayo trata de ayudar a pensar sobre el COVID-19 tanto a nivel individual como a nivel social, incluyendo algunas recomendaciones sobre cómo podemos utilizar nuestras emociones, y no sólo el miedo, para protegernos, cuidar y cuidarnos durante la epidemia, así como para reconstruir un futuro, esperamos que mejor, tras ella



PANDEMIAS: TODO LO QUE NECESITAS SABER

**PETER C. DOHERTY**

Autoría Editorial

Buenos Aires, 2019

La idea de pandemia evoca imágenes de enfermedades horribles matando a gran parte de la humanidad. La realidad es mucho más sutil. En este libro Peter Doherty, quien ganó el Premio Nobel por su trabajo sobre cómo el sistema inmunitario reconoce las células infectadas por virus, ofrece una guía esencial para una de las cuestiones de vida o muerte más trascendentes de nuestra época. Se explican aquí las causas de las pandemias, las formas en que se pueden contrarrestar con vacunas y medicamentos, y cómo podemos prepararnos mejor para enfrentarlas en el futuro. El auge de las redes de transporte de alta velocidad y la globalización del comercio y los viajes han acelerado radicalmente la propagación de enfermedades. Un viajero de África llegó a Nueva York en 1999 llevando el virus del Nilo Occidental; un puñado de mosquitos más tarde, estaba suelto en el ecosistema. Doherty explica cómo la principal amenaza de una pandemia proviene de virus respiratorios, como la gripe y el SARS, que se difunden a una velocidad increíble a través de los viajes aéreos. Los trastornos climáticos del calentamiento global, el aumento de la densidad de población, y la creciente

resistencia a los antibióticos complican todos los esfuerzos para controlar las pandemias. Doherty hace hincapié en que estas pueden ser combatidas eficazmente. Las investigaciones de patógenos en los reservorios animales, de SARS en murciélagos al VIH en los chimpancés, son prometedoras para nuestros esfuerzos de prevención. Este libro es una guía indispensable para entender cómo funcionan las pandemias, los virus y qué cosas podemos hacer para hacerles frente. ¿Cuáles son los riesgos de pandemia asociados con los virus transmitidos por mosquitos? ¿Qué diferencia hay entre un virus y una bacteria? ¿Cómo se produce una infección? ¿Qué significa "inmunidad"? ¿Qué son las vacunas? ¿La gripe porcina H1N1 fue realmente tan leve? ¿En qué se diferencia una pandemia de una epidemia y un brote? ¿El Ébola es la más aterradora de todas las enfermedades hemorrágicas? ¿Por qué la hepatitis crónica es tan peligrosa? ¿De algún modo el SIDA podría escalar para convertirse en un problema más grave? ¿Un grupo terrorista sofisticado podría desatar una pandemia? ¿Cómo podemos proteger a nuestra familia en caso de una pandemia?



© Raymín. Sin título, óleo/lienzo.

# Ciencia a TIEMPO

## EXTRACTO DE TÉ VERDE, ALTERNATIVA PARA TRATAR CARIES DENTAL

Flúor y clorhexidina son auxiliares para prevenir la caries dental; sin embargo, por ser potencialmente tóxicas, estas sustancias podrían causar efectos secundarios, como manchas en dientes y alteraciones en la sensación del gusto. Integrantes del Cuerpo Académico Biología Oral, de la Facultad de Estomatología de la BUAP, analizan la efectividad de algunos compuestos del té verde como inhibidores de *Streptococcus mutans*, bacteria que se encuentra en la cavidad bucal y se asocia al desarrollo de caries.

El doctor Jorge Antonio Yáñez Santos indicó que en esta investigación se utiliza el principio activo del té verde llamado *Epigallocatechin-3-O-Gallato*, en forma de solución. En la parte experimental se han inoculado cajas de Petri con *S. mutans* y en estos recipientes se colocaron discos de papel con flúor, clorhexidina y *Epigallocatechin-3-O-Gallato*. Las dos primeras sustancias funcionaron como grupo control.

En condiciones experimentales determinamos que el extracto de té verde tiene propiedades inhibitorias del crecimiento de este microorganismo causante de caries y que potencialmente podemos utilizar como una alternativa a ciertas sustancias, como clorhexidina y flúor,

aseguró el académico de la Facultad de Estomatología.

## ULTRASONIDO PARA OPTIMIZAR EL PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS

Utilizar ultrasonido para optimizar el procesamiento de alimentos es parte del trabajo de la doctora Edith Corona Jiménez, de la Facultad de Ingeniería Química de la BUAP, quien recurre a esta tecnología acústica y a modelos matemáticos para lograr esta mejora. El uso del ultrasonido consiste en aplicar ondas sonoras con frecuencias superiores a 20 kHz en un medio líquido o sólido, y al atravesarlos los transforma o conserva a través de fenómenos de cavitación y de transporte. El objetivo de su aplicación es

conseguir un alimento seguro sin que pierda sus características sensoriales, así como intensificar sus etapas de transformación dentro de los procesos agroalimentarios.

En la industria de los alimentos muchas veces se requiere de la optimización de algunos de sus procesos, tanto para conservar el producto como para transformarlo y aprovechar sus subproductos. Esto nos llevó a estudiar técnicas no convencionales, como el ultrasonido y la transferencia de energía y materia, que son fenómenos que gobiernan las operaciones unitarias que forman parte de los procesos agroalimentarios. En este caso, la transferencia de materia puede ser dada a partir del alimento, mientras que la transferencia de energía puede llevarse a cabo mediante las condiciones del proceso,

comentó la doctora Corona Jiménez.

Para lograr esta optimización, la académica y su equipo de trabajo abrieron dos líneas de investigación: la congelación y la transferencia de masa.

*Ciencia a Tiempo* es el canal de divulgación de la investigación en ciencia y tecnología de la BUAP. Elizabeth López Juárez, Dalia Patiño González y José Enrique Tlachi Rodríguez, reporteros. Beatriz Guillén Ramos, responsable de Información y Prensa de la Dirección de Comunicación Institucional de la BUAP.



