

1 elementos

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA • No. 110 • Vol. 25 • abril - junio 2018 • \$40.00

CONACYT
Incluida en el Índice de Revistas
Mexicanas de Divulgación Científica
y Tecnológica del CONACYT



EXHIBIR HASTA EL 30-JUNIO-2018

El trabajo humano, los espíritus y la lluvia | Las avispas como fuente de moléculas de interés farmacológico | Tinnitus: el ruido fantasma | Lo mejor de dos reinos: la ciencia aplicada al huitlacoche | Dispositivos de grafeno para detección de cáncer | Chernóbil y el fin de la naturaleza | Encuentro de saberes: el origen de la talavera de Puebla | Ciencia a tiempo | Libros | Obra gráfica. Yael Martínez/Orlando Velázquez



S U M A R I O



BUAP

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

rector, José Alfonso Esparza Ortiz

secretario general, José Jaime Vázquez López

vicerector de investigación y estudios

de posgrado, Ygnacio Martínez Laguna

ELEMENTOS

www.elementos.buap.mx

revista trimestral de ciencia y cultura

número 110, volumen 25, abril-junio de 2018

director, Enrique Soto Eguibar

subdirector, José Emilio Salceda

consejo editorial, Beatriz Eugenia Baca, María Emilia Beyer Ruiz,

María de la Paz Elizalde, Enrique Vergara,

Jesús Mendoza Álvarez, Francisco Pellicer Graham,

Leticia Quintero Cortés, José Emilio Salceda,

Enrique Soto Eguibar, Gerardo Torres del Castillo

edición, José Emilio Salceda y Enrique Soto Eguibar

obra gráfica, © Yael Martínez/Orlando Velázquez

1ª 2ª y 3ª de forros, © Yael Martínez, De la serie *Tierra mojada*, 2016

diseño y edición gráfica, Mirna Guevara

corrección de estilo, Leopoldo Noyola e Ileana Gómez

redes sociales, Leopoldo Noyola y Mirna Guevara

administración y logística, Lorena Rivera e Ileana Gómez

impresión, El Errante Editor, S.A. de C.V.

redacción, 14 Sur 6301, Ciudad Universitaria

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

email: esoto24@gmail.com

Revista registrada en Latindex (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 04-2017-062916004600-102

Certificados de licitud de título y contenido 8148 y 5770

ISSN 0187-9073



ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS
CONACYT DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



El trabajo humano, los espíritus
y la lluvia 3

Julio Glockner

Las avispas como fuente de moléculas
de interés farmacológico 11

María del Carmen Hernández Zamora

Tinnitus:
el ruido fantasma 17

Citlalli Gamboa, Enrique Soto y Rosario Vega

Lo mejor de dos reinos:
la ciencia aplicada al huitlacoche
Entrevista con Daniel Martínez Carrera 23

Leopoldo Noyola

Obra gráfica. La sangre y la lluvia 33

Yael Martínez/Orlando Velázquez

Dispositivos de grafeno para
detección de cáncer 37

Omar I. Nava Galindo, Hugo A. León Bonilla,

Agustín L. Herrera May

Chernóbil y el fin de la naturaleza 41

Gabriela A. Vázquez Rodríguez

Encuentro de saberes:
el origen de la talavera de Puebla 45

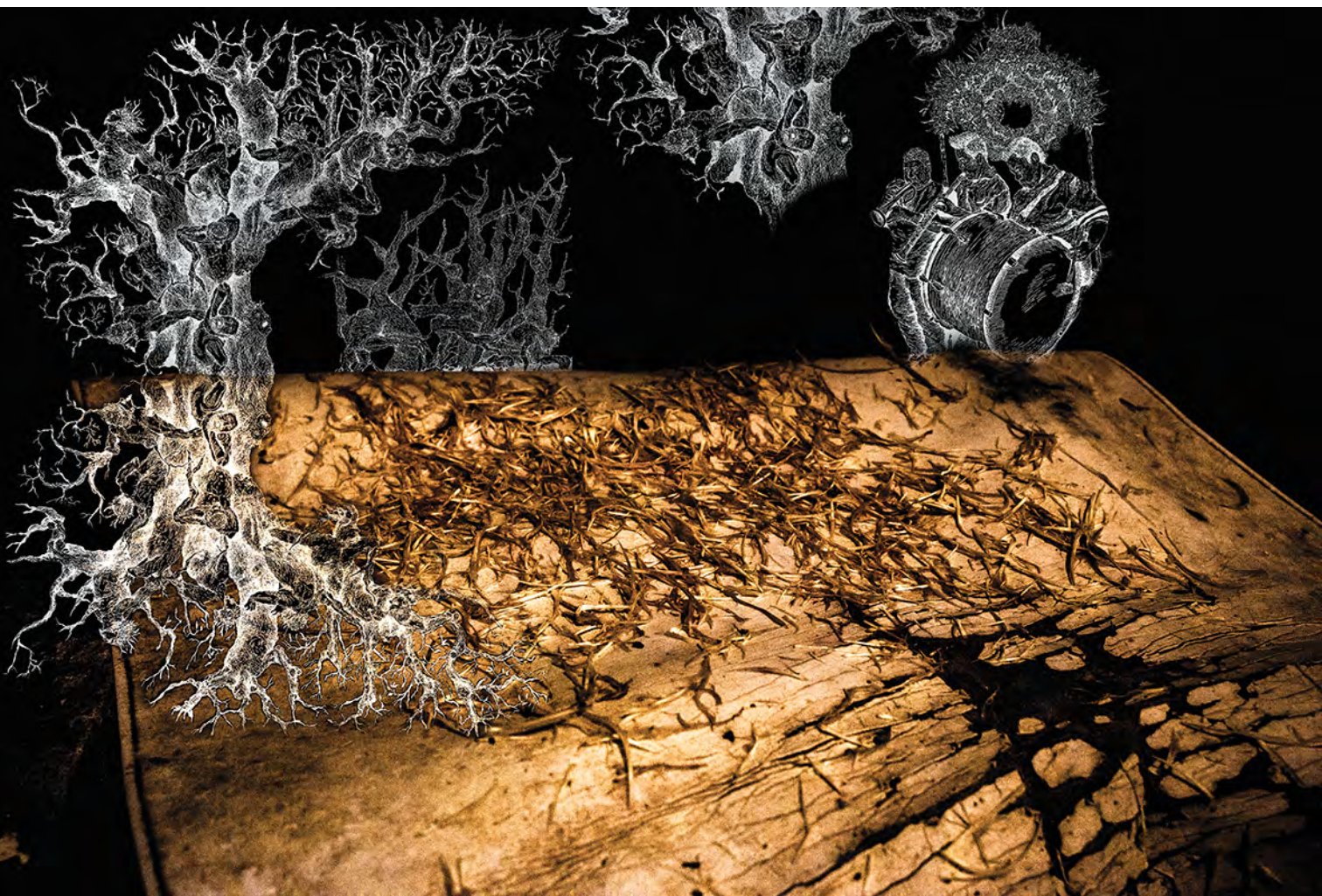
Emma Yanes Rizo

Ciencia a tiempo 59

Libros 61

© Yael Martínez/Orlando Velázquez.
De la serie *La sangre y la lluvia*, 2016/2017.





© Yael Martínez/Orlando Velázquez. De la serie *La sangre y la lluvia*, 2016/2017.

El trabajo HUMANO, los espíritus y la lluvia

Julio **Glockner**

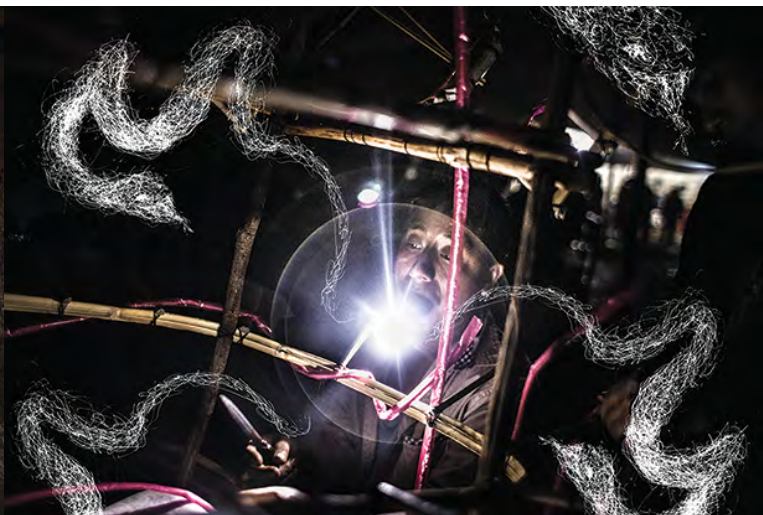
TODO ESTÁ LLENO DE ESPÍRITUS

En 1629 Hernando Ruiz de Alarcón, teólogo nacido en Taxco, Guerrero, escribió un *Tratado de las supersticiones y costumbres gentílicas que hoy viven los indios naturales desta Nueva España*. El texto estaba destinado a combatir lo que el clérigo consideraba idolatrías inspiradas por el demonio. En él encontramos descripciones de un pensamiento religioso y prácticas rituales que conforman una cosmovisión que ha perdurado, gracias a constantes transformaciones, hasta nuestros días en los pueblos indígenas y campesinos del estado de Guerrero. La persistencia de estas costumbres ha sido posible, en buena medida, debido a su capacidad de adaptación al catolicismo que llegó a la región con la conquista española, quiero decir, el santoral cristiano fue adoptado e inducido a cumplir las funciones que en el ciclo agrícola cumplían y cumplen antiguas deidades, espíritus de la naturaleza y espíritus de los antepasados. Escribe Ruiz de Alarcón:

[...] por su ignorancia tenían y tienen tan varios dioses y modos de adoración tan diferentes, que venido a averiguar el fundamento y lo que son todos, hallamos tan poco de qué echar mano, como si quisiéramos apretar en el puño el humo o el viento. Lo cierto es que casi



© Yael Martínez. De la serie *La sangre y la lluvia*, 2017.



© Yael Martínez/Orlando Velázquez.
De la serie *La sangre y la lluvia*, 2016/2017.

todas las adoraciones actuales [...] y a lo que podemos juzgar son las mismas que acostumbraban sus antepasados, tienen su raíz y fundamento en tener ellos fe que las nubes son ángeles y dioses, capaces de adoración, y lo mismo juzgan de los vientos, por lo cual creen que en todas las partes de la tierra habitan, como en las lomas, montes, valles y quebradas. Lo mismo creen de los ríos, lagunas y manantiales, pues a todo lo dicho ofrecen cera e incienso, y a lo que más veneración dan y casi todos tienen por dios, es el fuego.

Es claro que la teología cristiana, que concibe un Dios separado del mundo a partir de la doctrina de la Caída y la expulsión del Paraíso, le impide a Ruiz de Alarcón comprender el sentido profundo del culto a la naturaleza manifestado en los rituales indígenas, “como si quisiéramos apretar en el puño el humo o el viento”, dice sorprendido. Casi 400 años después ese culto a la naturaleza goza de espléndida salud y continúa practicándose en decenas de comunidades mixtecas, nahuas, triquis y tlapanecas de Guerrero.

Mediante el culto a los santos, estas festividades tienen como finalidad propiciar el trabajo conjunto de Jesucristo, la Virgen María, la Santa Cruz,

san Miguel Arcángel, san Marcos, san Roque, san Juan y san Lucas, entre otros, con los espíritus de la naturaleza y de los muertos para procurar buenas lluvias, abundantes cosechas, buena salud y bienestar en los pueblos. Las fechas de celebración del santoral católico se ajustan a las labores agrícolas y al ciclo anual de lluvias de las distintas regiones.

LA DUALIDAD SAGRADA Y LOS SANTOS

La antigua cosmovisión mesoamericana, que nutre el pensamiento religioso de los pueblos actuales, concibió un principio que rige la vida del universo y todos sus componentes, ese principio, que está en el origen de todas las cosas es Ometéotl, la Dualidad Sagrada.

El mundo existe como una suerte de desdoblamiento de esta dualidad primigenia en la que se reconoce un principio masculino: Ometecuhtli, el Señor-dos; y otro femenino, Omecíhuatl, la Señora-dos. Estas deidades se encargaron de crear a los demás dioses, principalmente a Quetzalcóatl “Serpiente Emplumada”, y Tezcatlipoca “Espejo Humeante”, quienes se encargaron, a su vez, de crear el mundo donde viven los humanos. Un mito de origen nahua muestra cómo la tierra fue concebida como un inmenso monstruo, Tlaltecuhltli, con ojos y bocas en las coyunturas, con las que

mordía como una bestia salvaje. Quetzalcóatl y Tezcatlipoca, bajo la forma de serpientes cósmicas, atraparon el cuerpo de Tlaltecuhltli y lo partieron por la mitad, creando así el cielo y la tierra, a la que había que alimentar con ofrendas y sacrificios para obtener de ella todo lo necesario para la vida humana. Del cuerpo terrestre de Tlaltecuhltli surgieron todos los alimentos; sus cabellos se convirtieron en árboles y yerbas; de su piel brotaron infinidad de vegetales y flores; de sus ojos surgieron pozos, fuentes y pequeñas cuevas; de la boca nacieron los ríos y las grandes cavernas; de la nariz se formaron las grandes montañas y los valles.

El mito refiere que la diosa pedía corazones para alimentarse y se negaba a dar sus frutos si no se le proporcionaban. A partir de ese momento creador hay una relación de reciprocidad con la tierra como generadora de vida y con todos los fenómenos meteorológicos asociados al ciclo agrícola, que son concebidos no solo en su forma natural como vientos, nubes, rayos, montañas, manantiales y ríos, sino además como ámbitos habitados por seres espirituales con los que es posible establecer una relación ritual, a través de sueños, invocaciones, disposición de ofrendas y rogativas para obtener de ellos los bienes materiales y espirituales que permiten la vida de las comunidades.

COMER LA TIERRA Y SER COMIDO POR ELLA

La antropóloga Catharine Good ha hecho notar la existencia entre las comunidades nahuas de Guerrero del concepto Chicahualiztli, que se refiere a la fuerza que circula entre los humanos, la naturaleza y los espíritus, haciendo posible la generación de la vida y la retribución a cada cual de acuerdo con lo que ha contribuido en la creación de bienes materiales y energía vital indispensable para mantener los mundos humano, natural y espiritual. “Nosotros comemos la tierra y la tierra nos come a nosotros”, le dijeron a Catharine Good campesinos de la región cuando explicaban que al comer maíz (que a su vez se alimenta de la tierra) finalmente se alimentan de tierra, que es la que produce la fuerza (Chicahualiztli) que nutre tanto al maíz como a los

animales que se alimentan de él, y a los humanos que comen tanto esos animales como el grano.

Así mismo, al morir los humanos y los animales, la tierra se alimenta de esos cuerpos y de los residuos vegetales, nutriéndose a su vez de esa fuerza y transformándola en fuerza vital convertida en alimentos vegetales.¹ Estamos, pues, ante una visión que concibe la relación de los humanos con el mundo en términos de una economía holística, en la que todo aquello que se obtiene de la naturaleza tiene que ser restituido ritualmente, a fin de conservar un equilibrio benéfico tanto para la naturaleza y los seres que la habitan, como para los humanos y las plantas y animales que cohabitan con ellos.

EL RAYO Y EL ARCOÍRIS

La lógica de la dualidad (que consiste esencialmente en una relación de oposición complementaria en la que cada elemento debe su presencia a la existencia de su contrario) está latente y operando en todas las cosas y seres que habitan el mundo, manifestándose en una polaridad cuya alternancia permite el movimiento del cosmos y el funcionamiento de cada organismo. De este modo son posibles lo oscuro y lo luminoso; lo frío y lo caliente; lo húmedo y lo seco; lo femenino y lo masculino; el cielo y la tierra; la salud y la enfermedad; lo bueno y lo malo, etcétera.

Siguiendo el *Códice Florentino* Francoise Neff distingue una oposición entre dos entidades fundamentales de la antigua religión indígena: Quetzalcóatl Totec y Tláloc, que se encuentran presentes en los actuales ritos de petición de lluvia en la Montaña de Guerrero, especialmente cuando se celebra el paso de la temporada de sequía a la estación de lluvias y viceversa.² En la región de Tlapa se rinde culto al rayo en la figura de san Marcos, el santo que según mitos locales entregó el maíz a los pueblos de la mixteca nahua tlapaneca y se le representa ataviado de verde, simbolizando la vegetación, con un bule para agua, una mazorca, una calabaza e invariablemente acompañado de



© Yael Martínez/Orlando Velázquez. De la serie *La sangre y la lluvia*, 2016/2017.

un felino (león) que los indígenas han interpretado como un tecuani, tigre o jaguar, de gran importancia en sus danzas, máscaras y combates rituales.³

En estas comunidades agrícolas existe una oposición entre el rayo y el arcoíris, pues según las investigaciones de Neff, san Marcos tiene un látigo-rayo con el cual pega a la Serpiente-Quetzalcóatl que se encuentra al pie del arcoíris. El rayo es el símbolo de la propiciación de la lluvia, en tanto que el arcoíris representa su retirada y el inicio de la temporada de sequía. Los pueblos mixtecos, amuzgos, tlapanecos y triquis organizan procesiones a los cerros, las grutas y los nacimientos de agua para preparar el arribo de las lluvias. Mientras tanto, en los pueblos nahuas se festeja la Santa Cruz (2-3 de mayo) a la que se considera “Nuestra Señora de la Tierra que sembramos”. Se trata de una “Cruz de Agua” pintada de azul, que es el color emblemático

de Tláloc, antigua deidad de la lluvia, el rayo y la tormenta. A esta cruz se le ofrece comida para que traiga la lluvia y proteja los cultivos.⁴

En términos generales se puede decir que el primer gran periodo de fiestas patronales se realiza para propiciar, recibir y controlar las lluvias que descienden sobre los campos de cultivo o milpas, sembrados desde hace milenios con maíz, calabaza y frijol. Durante este periodo predominan los santos masculinos: san Marcos (25 de abril); san Miguel (8 de mayo); san José (19 de mayo); san Juan (24 de junio); Santiago (25 de julio); san Miguel (27-30 de septiembre) y san Lucas (18 de octubre). En cambio, durante la temporada de secas, se rinde culto a distintas advocaciones de la Virgen María: Virgen de la Natividad (8 de septiembre); Virgen del Rosario (6-7 de octubre); Virgen de la Concepción (8 de diciembre) y Virgen de Guadalupe (12 de octubre, 12 de noviembre, 12 de diciembre, 12 de enero, 12 de febrero).⁵

El sincretismo religioso que se ha generado a lo largo de los siglos en las actuales comunidades indígenas y campesinas de Guerrero ha tenido como eje central el trabajo agrícola y la alternancia entre el predominio de las lluvias y el del Sol. En torno a estos pueblos se ha conformado una geografía sagrada. Los lugares elegidos tradicionalmente para realizar rituales mágico-religiosos comprenden desde cuevas, pozos y grutas, que remiten al inframundo por su conexión con la dimensión subterránea, hasta la cima de los cerros y montañas, donde se evidencia una relación directa con el cielo, sus astros y condiciones meteorológicas, pasando por los parajes más diversos como ríos, manantiales, mesetas, cañadas, campos de cultivo, encrucijadas, rocas y árboles significativos, entre otros. Todo ello conforma lo que Johanna Broda denominó paisaje ritual y cada comunidad acude a rendir culto a sus deidades y espíritus de acuerdo con una mitología y una tradición local, que vista en su conjunto constituye un complejo entramado que regula las relaciones de las comunidades entre sí, en su propio interior y con el mundo en su totalidad.

OBSEQUIAR A LAS DEIDADES

Sin restar importancia a cada uno de los componentes del paisaje ritual, debo mencionar que la topografía de la región permite destacar la función que los cerros desempeñan en la geografía sagrada. A ellos se acude en concurridas peregrinaciones para entregar ofrendas a las deidades y espíritus auxiliares. Ofrendar alimentos y bebidas con música, danzas, flores aromáticas, oraciones y cantos, rogativas y súplicas con velas encendidas y el humo del copal envolviendo el ambiente, tiene el propósito de propiciar, agradecer y asegurar la llegada, la permanencia y el retorno de las lluvias que permiten el mantenimiento y el bienestar de los pueblos.

El acto de colocar una ofrenda en el interior de una iglesia, en una cueva, un manantial, la cima de un cerro o en el altar familiar, cumple una función social y cósmica porque pone en movimiento, en mayor o menor medida, complejos de relaciones que

implican a familiares y amigos, padrinos, compadres, mayordomos, fiscales, sacerdotes, rezanderos, cantores, acompañantes e invitados, en un sistema de reciprocidades que fortalecen los lazos de unión de distintos grupos y de la comunidad en su conjunto, al tiempo que activan las fuerzas y poderes sobrenaturales para que operen satisfaciendo las peticiones que se les hacen, reafirmando de este modo los vínculos místicos con los individuos ofrendantes en lo particular y con la comunidad demandante en lo general.

Los destinatarios de las ofrendas, generalmente compuestas por tamales, tortillas, guisos locales, mezcal o aguardiente, café, pan, flores, velas y sahumerios donde arde el copal, son tanto los santos del panteón católico como los “dueños” de los lugares y los espíritus auxiliares que trabajan con los especialistas rituales. En Zitlala, por ejemplo, se construye un arco donde se colocan vísceras de animales sacrificados para ofrendar a los zopilotes, pues se considera que son ellos los que acarrean las nubes. En san Agustín Oapan también se les ofrenda porque se piensa que de esta manera se alimenta al viento, que en forma de zopilote empuja las nubes hacia los campos de cultivo donde crece el maíz; en la zona tlapaneca se ofrenda a los ratones, a los que se emborracha con mezcal para que no destruyan la cosecha; a la Cruz de Agua, pintada de azul, se le da de comer “para que traiga la lluvia y proteja los cultivos”; también se ofrenda a la Xilocruz, Cruz del jilote o maíz tierno colocando flores de cempaxúchitl en las plantas de maíz; se alimenta también a los ídolos, al Sol, al rayo, a los pozos y nacimientos de agua, a los elotes más grandes se les ofrece un pollo entero y a la tierra se le ofrece el corazón de un chivo sacrificado o la sangre y las cabezas de pollos negros; al teponascle se le da de beber y para los espíritus de los muertos se disponen en el piso petates cubiertos con un banquete que será también servido a los familiares e invitados.⁶ También existen ofrendas que forman parte de los procesos curativos de enfermedades causadas por algún daño de tipo mágico o



© Yael Martínez/Orlando Velázquez. De la serie *La sangre y la lluvia*, 2016/2017.

padecimientos de filiación cultural que provienen de una larga tradición, como la pérdida de la sombra o el espíritu y el mal de ojo. Entonces se ofrenda a las hormigas y las culebras, que tienen poderes especiales, o a la dueña del agua o a las sirenas, seres acuáticos que viven en los ríos y manantiales y pueden provocar enfermedades.⁷ En todos estos casos los espíritus ofrendados se alimentan de los “aromas” que despiden tanto los alimentos como las bebidas, el copal humeante y las flores.

LOS TIGRES Y EL MAÍZ

Samuel Villela refiere un mito de origen del maíz estrechamente relacionado con los combates rituales que se llevan a cabo en varias comunidades, sea mediante golpes con los puños; mediante azotes con una especie de macana que lleva

atada una cuerda; o enfrentándose en una lucha cuerpo a cuerpo, los combatientes disfrazados de tigres ofrendan el esfuerzo, el dolor y la sangre derramada a las deidades que traerán buenas lluvias y buenas cosechas. El mito relata lo siguiente:

En una situación de hambre y desamparo, Acatl y Cihuatzin engendran un tigre verde y uno amarillo, respectivamente. Estos tigres serían sus nahuales (es decir sus *alter ego* en forma de animal) decididos a ayudar a los hombres. Los tigres tratan de entrar al Tonacatépetl (cerro mítico que contiene alimentos, principalmente maíz) pero este está custodiado por las Tzicatanas (hormigas grandes). Con engaños, el tigre verde las distrae mientras el amarillo sustrae las semillas de los alimentos. Pero Tláloc los descubre y les manda rayos, viento y lluvia. Los tigres rodaron cuesta abajo para huir, pero en ese trayecto perdieron las semillas, por lo

cual el tigre amarillo le reclamó al verde y empezaron a pelear. La pelea duró varios días. Mientras tanto la gente del pueblo se dio cuenta que las semillas estaban germinando, con lo cual los dioses perdonaron a los hombres.⁸

El mito revela varios aspectos interesantes: en primer lugar, la eterna persistencia de la dualidad representada en los tigres verde y amarillo, cuyos colores evocan la vegetación y la aridez en los campos. Pero el relato también da cuenta del desequilibrio que causa el robo de las semillas, pues toda apropiación debe ir acompañada de una retribución que mantenga el equilibrio y la armonía de la economía holística, sustentada en la reciprocidad, como mencioné al principio. Tláloc, dios de la lluvia, castiga este robo y envía rayos, vientos y lluvia, es decir, desencadena un temporal favorable a la agricultura, con lo cual reverdece el campo y brotan las semillas de los alimentos y con ello la posibilidad de retribuir a los dioses lo que se les había quitado indebidamente. En consecuencia, las deidades perdonan a los hombres. Pero este ciclo no se hubiese llevado a cabo sin la pelea de los tigres, que los hace caer, lastimados, y soltar las semillas que los van a redimir. El combate como escenificación del enfrentamiento entre fuerzas contrarias pero complementarias, es, entonces, de primordial importancia en los rituales de petición de lluvias en la Montaña de Guerrero.

La ritualidad de los pueblos es la puesta en escena, y con ello la actualización de un conjunto de mitos que les proporcionan una visión completa y compleja del mundo que habitan. El entorno que nosotros llamamos “natural” y que consideramos deshabitado, desprovisto de inteligencia e intencionalidad, para las culturas tradicionales está poblado de seres con los que es posible entablar vínculos con la finalidad de propiciar el bienestar personal y colectivo. Después de siglos enteros de permanencia cambiante de la cosmovisión indígena y su compleja ritualidad, no fueron las deidades de los pueblos nativos las que se desvanecieron como humo en el viento, sino la fallida idea de que se trataba de demonios malignos.

B I B L I O G R A F Í A

Neff F (1994) *El Rayo y el Arcoíris*, INI, Secretaría de Desarrollo Social, México.

Good C (2004) La vida ceremonial en la construcción de la cultura: procesos de identidad entre los nahuas de Guerrero. En *Historia y vida ceremonial en las comunidades mesoamericanas*, Johanna Broda y Catherine Good, coordinadoras, INAH-UNAM, Colección Etnografía de los Pueblos Indígenas de México, Serie Estudios Monográficos, México.

- Trabajando juntos: los vivos, los muertos, la tierra y el maíz en *Historia y vida ceremonial en las comunidades mesoamericanas*, *ibid.*

- Ofrendar, alimentar y nutrir: los usos de la comida en la vida ritual nahua, *ibid.*

Good C (2013) La circulación de la fuerza en el ritual: las ofrendas-nahuas y sus implicaciones para analizar las prácticas religiosas mesoamericanas. En Broda Johanna *Convocar a las dioses: Ofrendas mesoamericanas*, CONACULTA-Instituto Veracruzano de la Cultura, Colección Voces de la Tierra, México.

Villela S (2006) Ídolos en los altares. La religiosidad indígena en la Montaña de Guerrero, *Arqueología Mexicana*, Vol. XIV, Número 82, Noviembre-diciembre-2006.

- (2009) El culto a las deidades de la lluvia en la Montaña de Guerrero, *Arqueología Mexicana*, Vol. XVI, Número 96, marzo-abril-2009.

N O T A S

¹ Good (2004): p. 165-173.

² Neff (1994): p. 37.

³ Villela (2006).

⁴ Neff (1994): p. 50.

⁵ Neff (1994): p. 53.

⁶ Neff (1994); Good (2013).

⁷ Good (2013): p. 55.

⁸ Villela citando a Gómez Avendaño.

Julio Glockner
Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades
“Alfonso Vélaz Pliego”, BUAP
julioglockner@yahoo.com.mx



© **Yael Martínez.** De la serie *La sangre y la lluvia*. 2017.

Las AVISPAS como fuente de moléculas de interés farmacológico

María del Carmen **Hernández Zamora**

Los insectos representan la clase más grande en el reino animal en términos de número de especies. Comprenden aproximadamente el 55 % de la biodiversidad total y aproximadamente el 85 % de las especies animales, habitan en todos los nichos biológicos excepto en las profundidades marinas y en las regiones polares. Más de un millón de especies de insectos ha sido descrito y se estima que un número equivalente de especies aún no se ha identificado.¹ La gran diversidad de insectos y su omnipresencia en cualquier tipo de ecosistema ha estimulado a los científicos a buscar nuevos agentes terapéuticos en esta clase de artrópodos.

AVISPAS

Al igual que las hormigas y las abejas, las avispas son insectos pertenecientes al orden de los himenópteros y al suborden *Apocrita*, esto significa que las avispas son parafiléticos con respecto a las abejas y las hormigas, es decir, los tres grupos descienden de un ancestro común. Dentro de los himenópteros, la forma más avanzada son los insectos pertenecientes al suborden *Apocrita*, el cual se divide en dos grupos: *Parasitica* y *Aculeata* que se caracterizan por la presencia de una estrecha cintura (peciolo), que divide el abdomen en dos segmentos: el primer segmento conecta con el tórax y



Figura 1. Características de una avispa. Las avispas se caracterizan por poseer dos pares de alas (el posterior más pequeño), tres pares de patas y un par de antenas, una cintura muy estrecha y un aguijón (en este caso retráctil); el cuerpo se divide en tres partes principales: la cabeza, el mesosoma y el metasoma; poseen ojos compuestos y varios ojos simples (ocelos) dispuestos de forma triangular justo delante del vértice de la cabeza; las avispas son distinguibles por su abdomen inferior en forma de punta y a diferencia de las abejas poseen pocas vellosidades en todo su cuerpo.⁴

se llama propodeo; las hembras poseen un aparato ovipositor usado para depositar huevos que puede extenderse libremente o retraerse; el grupo *Aculeata* se caracteriza particularmente por poseer un ovipositor completamente modificado en un aguijón capaz de inyectar veneno tanto para la defensa de su nido como para paralizar a su presa; mientras que las larvas se caracterizan por carecer de patas, ser ciegas y por criarse dentro de una celda en un nido provisto por su madre o dentro de un hospedero como parásitos.^{2,3}

De acuerdo con los registros fósiles, las avispas aparecieron por primera vez en el periodo Jurásico, mientras que durante el Cretáceo comenzaron a presentar las características anatómicas modernas, además de su diversificación en una gran variedad de superfamilias sobrevivientes. Actualmente las avispas forman una matriz de enorme diversidad con unas 30,000 especies identificadas y encontradas en todo el mundo, excepto en las regiones polares; sus hábitats son muy variados, pero suelen preferir sitios soleados para construir sus nidos, ya sea en montículos al lado de paredes, debajo de pisos o aleros de las casas, en los árboles, en las plantas, riberas de ríos y agujeros subterráneos.⁵

Como todos los insectos, las avispas tienen un exoesqueleto duro que cubre tres partes principales de su cuerpo: la cabeza, el mesosoma y el metasoma; poseen tres pares de patas; además de sus ojos compuestos, las avispas cuentan también con varios ojos simples, conocidos como ocelos, que se disponen típicamente en una formación triangular justo delante de una zona de la cabeza conocida como vértice; las avispas son distinguibles por su abdomen inferior en forma de punta. Las siguientes características están presentes en la mayoría de las avispas (Figura 1):

- Dos pares de alas, un par grande y otro par posterior más pequeño unidos por el frenillo; a excepción de las avispas sin alas llamadas braquípteros, la mayoría de las avispas hembras y machos poseen dos pares de alas.
- Sus antenas están formadas por una serie de segmentos denominados escapo, pedicelo y flagelo.
- Poseen mandíbulas adaptadas para morder y cortar, pero sus otras partes de la boca se conforman en una probóscide succionadora que les permite beber néctar.
- Un ovopositor o aguijón que solo está presente en las hembras, ya que es un órgano sexual femenino. A diferencia de las abejas, las avispas no mueren tras clavar el aguijón.
- La mayoría de las avispas son terrestres; solo unos pocos grupos parásitos son acuáticos.
- A diferencia de las abejas, las avispas poseen pocos o ningún pelo plumoso.
- En general, las avispas son parásitos o parasitoides como larvas y se alimentan de néctar solo como adultos. Son depredadores o parasitoides, en su mayoría de otros insectos terrestres; varias avispas parásitas utilizan arañas u otros arácnidos como anfitriones reproductivos.⁶

Las avispas se pueden dividir, en función de sus hábitos, en dos grupos: las avispas sociales y las avispas solitarias. Las avispas sociales construyen nidos de papel gris que van desde uno pequeño hasta uno de gran tamaño, los cuales pueden contener de 50 a 5,000 individuos; en algunos casos, no todos los miembros de la colonia pueden reproducirse, ya que en ciertas especies solo



Figura 2. Anidación de las avispas solitarias. Hábitos de anidación entre las avispas solitarias. De arriba a abajo: avispa con nido de papel gris, estas avispas pueden vivir con otros miembros de su especie pero criando cada una a su descendencia; avispa excavadora, algunas suelen excavar su propio nido y otras se adueñan de agujeros existentes, dentro del agujero colocan a su presa que les servirá para anidar a sus larvas; avispa construyendo un nido de barro, nótese la zona oscura es la parte recién fabricada del nido.

la avispa reina y las avispas machos pueden aparearse, mientras que la mayoría de la colonia está compuesta por obreras estériles; solo alrededor de un millar de especies del total de avispas son sociales.^{2,3,5}

Por otro lado, la mayoría de las especies de avispas son insectos solitarios, es decir, no forman colonias. Las avispas solitarias no tienen casta de obreras y todas las avispas solitarias adultas son fértiles, cada hembra adulta vive y cría de forma independiente; tras haber apareado, la hembra adulta forrajea sola y en caso de que construyese un nido sería para beneficio de su descendencia. Gran parte de las avispas solitarias son parasitoides, lo que significa que crían a su descendencia colocando sus huevos sobre o dentro de otros insectos; a diferencia de los parásitos verdaderos, las larvas de avispa terminan matando a sus anfitriones. Al contrario de las avispas sociales, las avispas solitarias utilizan su aguijón y veneno para paralizar a sus presas en lugar de emplearlo para la defensa de su nido.

Algunas avispas solitarias anidan en pequeños grupos, junto con otros individuos de su especie, pero cada uno se involucra solo en el cuidado de su propia descendencia; algunas construyen nidos comunales, en donde cada insecto posee su propia celda y su propio suministro de alimentos para su descendencia, sin adoptar los patrones complejos de comportamiento y trabajo presentes en las especies sociales.

Las avispas solitarias adultas pasan la mayor parte de su tiempo en la preparación de sus nidos y en busca de alimento para sus crías, en su mayoría insectos o arañas, además de brindarles alimento a sus larvas, las avispas solitarias no proporcionan ninguna otra clase de atención materna. Sus hábitos de anidación son diversos, muchas especies cavan madrigueras en el suelo, otras construyen celdas de papel, mientras que otras más construyen nidos de barro en forma de florero con varias celdas, unidos a ramas o sobre las paredes (Figura 2).^{2,5,6,7}

PÉPTIDOS PROVENIENTES DE AVISPAS

Los venenos de las avispas se han considerado como una fuente potencial de nuevas sustancias

bioactivas para usos farmacológicos, terapéuticos y agrícolas. Se sabe que los venenos de avispas contienen tres grupos principales de moléculas: 1) proteínas de alto peso molecular que incluyen enzimas y alérgenos; 2) péptidos de bajo peso molecular con diversas funciones, incluidas actividades neurológicas, antimicrobianas, quimiotácticas, entre otras; y 3) moléculas bioactivas de muy bajo peso molecular, incluyendo aminas bioactivas, aminoácidos, y otras sustancias tales como histamina, serotonina, catecolaminas, acetilcolina, tiramina, etcétera.⁸

Dentro de los componentes de interés farmacológico provenientes de avispas encontramos a la orientotoxina I, una neurotoxina con acción lisofosfolipasa que bloquea la liberación inducida y espontánea de neurotransmisores de terminales presinápticas, y a la orientotoxina II, una fosfolipasa A2 altamente tóxica, aisladas a partir del veneno de la avispa gigante *Vespa orientalis*. Ambas toxinas son potentes agentes hemolíticos, esta actividad aumenta en presencia de bajas concentraciones de Ca^{2+} , mientras que altas concentraciones de este catión ejercen una acción inhibitoria; además, la combinación de estas toxinas aumenta la actividad hemolítica total y produce un efecto mucho mayor de lo que podría esperarse en el caso de cada uno de estos compuestos empleados por separado.⁹

Un grupo de cuatro toxinas aisladas de la avispa neotropical *Polybia paulista*, denominadas Polybia-MPI-IV, poseen actividad catalítica similar a la de la fosfolipasa A2 (PLA2). Presentan un comportamiento de cinética no lineal en estado estacionario para la hidrólisis de la fosfatidilcolina a pH 7.9; en presencia de Cu^{2+} o Zn^{2+} , el efecto hemolítico de estas toxinas se ve reducido. Particularmente, el péptido Polybia-MPI inhibe selectivamente la proliferación de células de cáncer de vejiga y de próstata y de células leucémicas resistentes a múltiples fármacos, además, posee actividad antimicrobiana de amplio espectro sin ser hemolítica ni citotóxica.^{10,11}

Los mastoparanos son péptidos de bajo peso molecular, generalmente tetradecapéptidos, extraídos del veneno de las avispas sociales; son ricos en residuos hidrófobos y básicos que forman estructuras helicoidales anfipáticas, favoreciendo las interacciones electrostáticas con las cabezas de fosfolípidos cargados negativamente de las membranas biológicas. Esta característica puede conducir a la inserción de estos péptidos en la membrana celular y así interactuar directamente con proteínas G en la cara citoplásmica, atacando la señalización transmembrana o a la desestabilización de la membrana.

Estos péptidos, por lo tanto, presentan actividades biológicas importantes, tales como: ser un secretagogo inespecífico (degranulación y liberación de histamina en mastocitos, en plaquetas liberan serotonina, catecolaminas de células cromafines y prolactina de la pituitaria anterior), activación de mecanismos mediados por proteína G (aumentan la actividad GTPasa promoviendo de manera no selectiva el intercambio de nucleótidos en proteínas G), estimulación de fosfolipasa A2, C y D, incrementan la concentración de Ca^{2+} citosólico libre (en respuesta al incremento de IP_3 movilizando Ca^{2+} de mitocondrias y retículo sarcoplásmico), inducción de la transición de permeabilidad mitocondrial y muerte celular por necrosis y apoptosis, además de presentar actividad antimicrobiana. En hepatocitos de rata, el mastoparán induce glucogénesis (independiente de cAMP) en respuesta al incremento de los niveles de Ca^{2+} citosólico, mientras que en cerebro de rata modula la bomba Na^+/K^+ -ATPasa. Aunado a eso, la aplicación intracelular de mastoparán reduce la probabilidad de apertura del canal de K^+ activado por Ca^{2+} de una manera dependiente de la concentración.^{12,13,14,15}

El anoplín, péptido extraído del veneno de la avispa solitaria *Anoplius samariensis*, posee una alta homología con los mastoparanos extraídos de avispas sociales, por lo que comparten varias propiedades biológicas. El anoplín estimula la degranulación de mastocitos peritoneales en rata y posee actividad antimicrobiana de amplio espectro contra las bacterias Gram-positivas y Gram-negativas.¹⁶

Otros péptidos con características alfa-helicoidales anfipáticas, el decoralin aislado del veneno de la avispa *Oreumenes decoratus* y el crabolin presente en el veneno del avispón *Vespa crabro* poseen una significativa actividad antimicrobiana de amplio espectro y una degranulación moderada de mastocitos y actividades leishmanicidas, sin mostrar actividad hemolítica.^{17,18}

Las cinasas de avispa son polipéptidos (9-18 residuos de aminoácidos) que contienen una secuencia de tipo bradicinina en el extremo C-terminal y que se han encontrado en el veneno de diferentes especies de avispas. La secuencia primaria de la mayoría de cininas de avispas es más larga y se ha observado que sus acciones farmacológicas y efectos son de mayor duración en comparación con la bradicinina. Las quinasas de la avispa están involucradas experimentalmente en la constricción y relajación de los músculos, la activación de leucocitos seguida de una liberación de citocinas, prostaglandinas, leucotrienos, especies reactivas de oxígeno y el bloqueo de la transmisión colinérgica en el sistema nervioso central de los insectos. Se han descrito cinasas neurotóxicas, tales como la treonina-bradicinina (Thr6-BK), la administración intracerebroventricular en ratas de Thr6-BK (proveniente del veneno de la avispa *Polybia occidentalis*) después de 30 minutos de la aplicación induce efectos antinociceptivos durante dos horas, este efecto es dos veces más potente que el producido por morfina o bradicinina, siendo su principal modo de acción la activación de receptores B2 de bradicinina.¹⁹

Cuatro toxinas provenientes del veneno de la avispa excavadora *Philanthus triangulum*: α -filantotoxina, β -filantotoxina, γ -filantotoxina, y δ -filantotoxina (PhTX) se han descrito como una nueva clase de bloqueadores de las sinapsis glutamatérgicas; son bloqueadores generalmente no competitivos de canales catiónicos, en particular receptores de glutamato ionotrópicos NMDA y no-NMDA.²⁰

Las pompilidotoxinas (α -PMTX y β -PMTX) son toxinas que derivan del veneno de avispas solitarias de la familia Pompilidae, y se ha observado que facilitan la neurotransmisión tanto en las uniones

neuromusculares en invertebrados y en las sinapsis centrales por disparos repetitivos de los axones presinápticos en mamíferos. En específico, la β -PMTX provoca una ralentización del proceso de inactivación en los canales de Na^+ sensibles a tetrodotoxina (TTX), y modifica la subunidad α del canal de Na^+ tipo II del cerebro de rata (rBII).^{21,22} Por su parte, la α -PMTX frena el proceso de inactivación de canales de Na^+ sensibles a TTX sin cambiar la relación corriente-voltaje o el curso temporal de la activación; la α -PMTX tiene un efecto dependiente de voltaje sobre la tasa de recuperación de inactivación y de la desactivación de la corriente de cola.²³

Las neurotoxinas AvTx7 y AvTx8, extraídas del veneno de la avispa *Agelaia vicina*, actúan sobre la neurotransmisión GABAérgica. AvTx7 inhibe de manera no competitiva la recaptura de glutamato, así mismo, estimula la liberación de glutamato en presencia de bloqueadores de canales de Ca^{2+} y de Na^+ y potencia la liberación de glutamato en presencia de canales de K^+ sensibles a TEA y a 4-AP.²⁴

Recientemente en Japón se han aislado toxinas a partir de los venenos de dos especies predominantes de avispas excavadoras, *Sphex argentatus argentatus* e *Isodontia harmandi*, resultando estas toxinas los primeros neuropéptidos relacionados con la FMRF-amida observados en el veneno de avispas solitarias.²⁵

Los venenos de avispas también contienen moléculas pequeñas, como minerales, aminoácidos y aminos fisiológicamente activos, como las catecolaminas. En esta categoría, la histamina es uno de los principales componentes; este compuesto participa en la respuesta inflamatoria al aumentar la permeabilidad de los capilares. De manera similar, la dopamina y noradrenalina aumentan los latidos del corazón, mejorando así la circulación del veneno y, por lo tanto, su distribución. Sin embargo, los efectos de estas catecolaminas se ven eclipsados en gran parte por los otros componentes del veneno. La serotonina puede actuar como un irritante

y puede contribuir al dolor causado por el veneno, mientras que los altos niveles de acetilcolina pueden aumentar el dolor percibido mediante la estimulación sinérgica de los receptores del dolor con los efectos de la histamina.

REFERENCIAS

- ¹ Chernysh S, Kim SI, Bekker G, Pleskach VA, Filatova NA, Anikin VB *et al* (2002). Antiviral and antitumor peptides from insects. U.S.A. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 99(20):12628-12632.
- ² Grimaldi D, Engel MS (2005). Hymenoptera: Ants, Bees, and Other Wasps. In: Grimaldi D, Engel MS, editors. *Evolution of the insects* (pp. 407-467). New York: Cambridge University Press.
- ³ Steiner AL (1986). Stinging Behaviour of Solitary Wasps. In: Piek T, ed. *Venoms of the Hymenoptera Biochemical, Pharmacological and Behavioural Aspects* (p. 63-127). 1st ed. Orlando, Florida: Academic Press.
- ⁴ Gillott C. The Remaining Endopterygote Orders (2005). In: Gillott C, editor. *Entomology* (pp. 330-354). 3rd ed. Netherlands: Springer.
- ⁵ Gillott C (2005). Insect Diversity. In: Gillott C, editor. *Entomology*. (p. 44). 3rd ed. Netherlands: Springer.
- ⁶ National G. Wasp [Internet]. Animals.nationalgeographic.com. [cited 9 April 2016]. Available from: <http://animals.nationalgeographic.com/animals/bugs/wasp/>
- ⁷ Steiner AL. Stinging Behaviour of Solitary Wasps (1986). In: Piek T, ed. *Venoms of the Hymenoptera Biochemical, Pharmacological and Behavioural Aspects* (pp. 63-127). 1st ed. Orlando, Florida: Academic Press.
- ⁸ Piek T (1986). *Venoms of the Hymenoptera: Biochemical, Pharmacological, and Behavioural Aspects* (p. 570). Academic Press; London, UK.
- ⁹ Tučhibaev MU, Akhmedova NU, Muksimov FA (1988). Hemolytic effect of phospholipase A2 and orientotoxin from venom of the great hornet, *Vespa orientalis*. *Biokhimiia. Mar* 53(3):434-43. Russian. Pub Med PMID: 3132209.
- ¹⁰ De Oliveira MR, Palma MS (1997). Polybitoxins: a group of phospholipases A2 from the venom of the neotropical social wasp paulistinha (*polybia paulista*). *Toxicon* 36(1):189-199.
- ¹¹ Leite NB, Aufderhorst-Roberts A, Palma MS, Connell SD, Neto JR, Beales PA (2015). PE and PS Lipids Synergistically Enhance Membrane Poration by a Peptide with Anticancer Properties. *Biophys. J.* 109: 936-947.
- ¹² Higashijima T, Uzu S, Nakajima T, Ross EM (1988). Mastoparan, a Peptide Toxin from Wasp Venom, Mimics Receptors by Activating GTP-binding Regulatory Proteins (G Proteins). *J Biol Chem* 263(15): 6491-6494.
- ¹³ Perianin A, Snyderman R (1989). Mastoparan, a wasp venom peptide, identifies two discrete mechanisms for elevating cytosolic calcium and inositol trisphosphates in human polymorphonuclear leukocytes. *J. Immunol.* 143(5):1669-1673.
- ¹⁴ Tohkin M, Yagami T, Matsubara T (1990). Mastoparan, a peptide toxin from wasp venom, stimulates glycogenolysis mediated by an increase of the cytosolic free Ca^{2+} concentration but not by an increase of cAMP in rat hepatocytes. *FEBS. Lett.* 260(2):179-182.
- ¹⁵ Glavinović MI, Joshi A, Trifaró JM. Mastoparan blockade of currents through Ca^{2+} -activated K^{+} channels in bovine chromaffin cells. *Neuroscience.* 1992;50(3):675-684.
- ¹⁶ Konno K, Hisada M, Fontana R, Lorenzi CC, Naoki H, Itagaki Y *et al* (2001). Anoplin, a novel antimicrobial peptide from the venom of the solitary wasp *Anoplius samariensis*. *Biochim Biophys Acta* 1550(1):70-80.
- ¹⁷ Konno K, Rangel M, Oliveira JS, Dos Santos Cabrera MP, Fontana R, Hirata IY *et al* (2007). Decoralin, a novel linear cationic alpha-helical peptide from the venom of the solitary eumenine wasp *Oreumenes decoratus*. *Peptides* 28(12):2320-7.
- ¹⁸ Aschi M, Bozzi A, Luzi C, Bouchemal N, Sette M (2017). Crabrolin, a natural antimicrobial peptide: structural properties. *J Pept Sci* 23(9):693-700.
- ¹⁹ Mortari MR, Cunha AO, Carolino RO, Coutinho-Netto J, Tomaz JC, Lopes NP *et al* (2007). Inhibition of acute nociceptive responses in rats after i.c.v. injection of Thr6-bradykinin, isolated from the venom of the social wasp, *Polybia occidentalis*. *Br. J. Pharmacol* 151(6):860-869.
- ²⁰ Belebony R, Pizzo AB, Fontana ACK, Carolino R *et al* (2004). Spider and wasp neurotoxins: pharmacological and biochemical aspects. *Eur. J. Pharmacol* 493:1-17.
- ²¹ Konno K, Nobufumi K (2004). Pompilidotoxins: Novel Peptide Neurotoxins Blocking Sodium Channel Inactivation from Solitary Wasp Venom. *Curr. Med. Chem.* 4(2):139-146.
- ²² Kinoshita E, Maejima H, Yamaoka K, Konno K, Kawai N, Shimizu E *et al* (2001). Novel Wasp Toxin Discriminates between Neuronal and Cardiac Sodium Channels. *Mol. Pharmacol* 59(6):1457-1463.
- ²³ Konno K, Hisada M, Naoki H, Itagaki Y, Yasuhara T, Nakata Y *et al* (2000). Molecular determinants of binding of a wasp toxin (PM-TXs) and its analogs in the Na^{+} channels proteins. *Neurosci. Lett.* 285(1):29-32.
- ²⁴ Pizzo AB, Belebony RO, Fontana AC, Ribeiro AM, Miranda A, Coutinho-Netto J *et al* (2004). Characterization of the actions of AvTx 7 isolated from *Agelaia vicina* (*Hymenoptera: Vespidae*) wasp venom on synaptosomal glutamate uptake and release. *J. Biochem. Mol. Toxicol.* 18(2):61-8.
- ²⁵ Konno K, Kazuma K, Nihei K (2016). Peptide Toxins in Solitary Wasp Venoms. *Toxins* 8(4):114.

María del Carmen Hernández Zamora
Maestría en Ciencias Fisiológicas
Instituto de Fisiología, BUAP
mary_car123@hotmail.com

Tinnitus: el ruido fantasma

Citlalli **Gamboa**
Enrique **Soto**
Rosario **Vega**

La pérdida de la capacidad auditiva por exposición a estímulos sonoros de alta intensidad es un problema importante a escala mundial que va en aumento. El ruido ocupacional y recreativo, incluyendo el que se origina por el uso excesivo de dispositivos de sonido personales, no solo puede dañar gravemente a las células del oído interno, sino que en muchas circunstancias puede acompañarse de desórdenes auditivos como el tinnitus (Eggermont, 2012).

El tinnitus o acúfeno es la percepción de sonido en ausencia de un estímulo acústico. Al no existir una fuente física de estimulación, ni la ubicación aparente de un receptor, podemos suponer que el tinnitus es similar a la “sensación del miembro fantasma”, por lo que también se define como la percepción de “sonido fantasma”. Los individuos con tinnitus refieren un zumbido o silbido apenas perceptible, o bien tan molesto e intenso que puede generar miedo, estrés, ansiedad, insomnio, depresión y falta de atención; inclusive se han reportado casos de suicidio (Moller, 2011). La Asociación Americana de Tinnitus (ATA: American Tinnitus Association) reporta que existen alrededor de 50 millones de personas que refieren alguna forma de tinnitus, de las cuales aproximadamente dos millones lo padecen en forma grave

(Shargorodsky y cols., 2010). El problema principal es de orden cognitivo y afecta, en algunos casos gravemente, la capacidad del individuo para realizar actividades que implican trabajo mental y concentración, llevando a algunas personas al suicidio por la persistencia de la sensación de sonido continuo día y noche.

Todas las formas de tinnitus pueden agruparse en dos categorías principales: el subjetivo o primario y el objetivo o secundario. El tinnitus objetivo es poco frecuente y está asociado con sonidos corporales que se transmiten al oído. El tinnitus subjetivo, al cual nos referimos solo como tinnitus, es más común y fundamentalmente es un síntoma relacionado con alteraciones auditivas periféricas y centrales, donde también participan estructuras cerebrales no auditivas (Minen y cols., 2014).

Aunque la sobreestimulación acústica es el factor de riesgo más importante para desarrollar tinnitus, existen otros factores relacionados causalmente, tales como la pérdida auditiva debido a la edad o presbiacusia; la administración de fármacos ototóxicos como antibióticos aminoglucósidos, aspirina o salicilatos en exceso, drogas antineoplásicas, como cisplatino y metotrexato; los procesos inflamatorios e infecciosos; las lesiones del nervio auditivo por traumas de cabeza y de cuello; la enfermedad de Ménière, así como síndromes y alteraciones genéticas (Moller et al., 2011).

Las investigaciones sobre la etiología del tinnitus son vastas. En animales, generalmente roedores, uno de los modelos más empleado se basa en la administración sistémica de salicilatos, puesto que con ellos se puede producir tinnitus de manera temporal. La limitante de este diseño es el entrenamiento conductual de los animales para verificar que efectivamente experimentan tinnitus (Kaltenbach, 2011), ya que hasta el momento no existen pruebas que puedan medirlo objetivamente. No obstante, en humanos, los estudios de magnetoencefalografía muestran que es posible detectar zonas que se activan en áreas primarias de

la corteza auditiva al experimentar tinnitus. Un hallazgo importante en la fisiopatología del tinnitus es la interacción entre estructuras auditivas y no auditivas. Las auditivas involucran vías periféricas: desde la cóclea hasta el nervio auditivo; y vías centrales: desde los núcleos cocleares hasta la corteza auditiva. Las no auditivas abarcan zonas del sistema nervioso central que tienen que ver con las emociones y la percepción consciente del tinnitus, algo mucho más complejo de medir y que aún está en estudio (Minen y cols., 2014).

Una reciente investigación reporta que los pacientes con tinnitus inducido por exposición al ruido intenso muestran una disminución significativa en la intensidad del reflejo del oído medio, en comparación con individuos con audición clínicamente normal o casi normal. Este hallazgo podría emplearse para desarrollar un método de diagnóstico para el tinnitus (Wojtczak y cols., 2017).

¿DÓNDE COMENZAR? SISTEMAS AUDITIVO PERIFÉRICO Y CENTRAL

La cóclea es el órgano responsable de la audición. Dentro de esta estructura se encuentra el órgano de Corti (OC), formado básicamente por células de soporte y células ciliadas capaces de transformar la fuerza mecánica del sonido en señales eléctricas, proceso conocido como mecano-transducción. En este mecanismo, las células ciliadas liberan al neurotransmisor L-glutamato (Glu), el cual activa receptores específicos localizados en las dendritas de las neuronas aferentes, cuyos somas se encuentran en el ganglio espiral (GE) de la cóclea. Los axones de las neuronas aferentes forman al nervio auditivo (NA) y conducen la información sonora hacia estructuras centrales, que de manera ascendente son el núcleo coclear (NC), el colículo inferior (CI), el cuerpo geniculado medio (CGM) y la corteza auditiva (CA), todas con sus respectivas partes contralaterales (Adjajian et al., 2014; Ryan y Bauer, 2016). (Figura 1)

Las terminales axónicas del NA penetran en el NC y establecen conexiones sinápticas glutamatérgicas con diferentes tipos de neuronas que

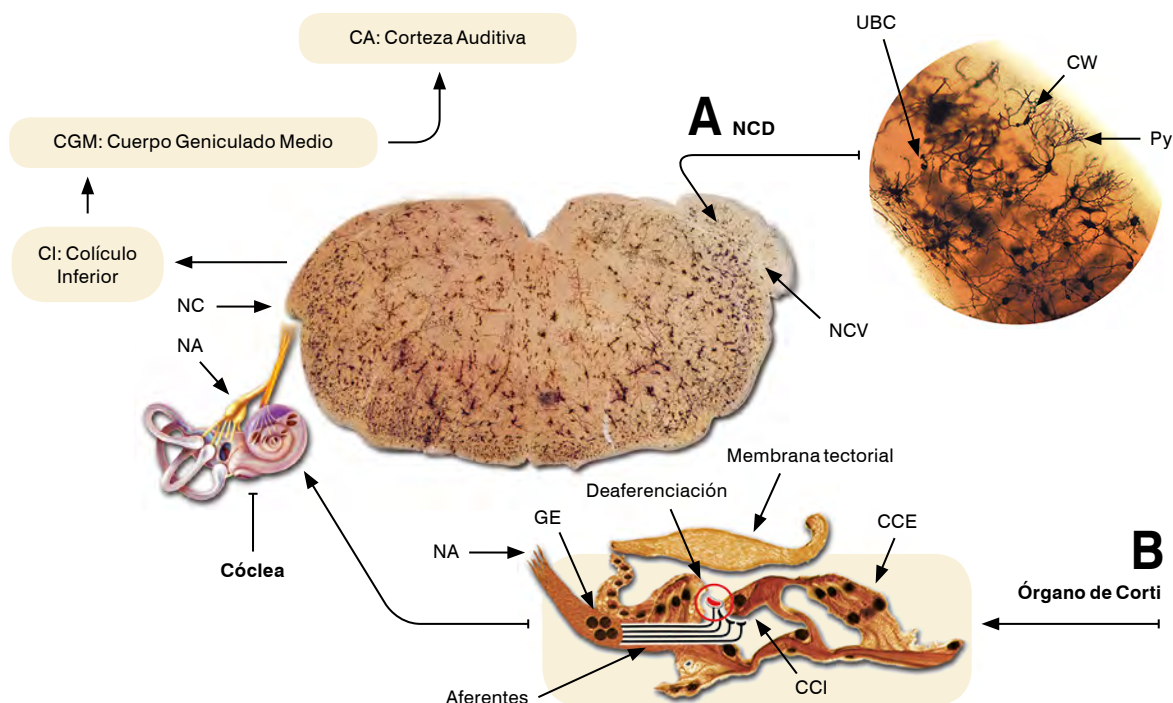


Figura 1. Vía auditiva central: núcleo coclear (NC), núcleo coclear ventral (NCV), núcleo coclear dorsal (NCD), colículo inferior (CI), cuerpo geniculado medio (CGM), corteza auditiva (CA). En A se muestra una sección coronal del NCD teñida con el método de Golgi-Cox, se observa a la célula piramidal (Py), a la célula inhibidora carwheel (CW) y a la UBC. Vía auditiva periférica: córnea. En B se muestra al órgano de Corti: células ciliadas internas (CCI), células ciliadas externas (CCE), ganglio espiral (GE), nervio auditivo (NA). La deaferenciación entre las aferentes y la célula ciliada se ejemplifica en color rojo.

se distribuyen en las porciones ventral y dorsal del NC. El núcleo coclear ventral (NCV) procesa características temporales de la información sonora, mientras que el núcleo coclear dorsal (NCD) contribuye a decodificar la frecuencia del sonido y su localización (Baizer y cols., 2012). (Figura 1).

Estas características sonoras se dirigen posteriormente a las siguientes estructuras centrales importantes en el tinnitus y la audición: el colículo inferior (CI), el cuerpo geniculado medio (CGM) en el tálamo y, finalmente, la corteza auditiva (CA) (Ryan y Bauer, 2016; Adjamian y cols., 2014). (Figura 1).

FISIOPATOLOGÍA DEL TINNITUS: UN ENFOQUE CENTRAL

El hecho de que el tinnitus sea una percepción consciente que se desarrolla con frecuencia después de un trauma acústico, implica que de alguna manera en su fisiopatología se establezcan conexiones anormales entre los componentes auditivos periféricos y centrales (Eggermont, 2012).

El ruido intenso y las sustancias ototóxicas pueden destruir las células ciliadas, o bien, pueden provocar la desconexión entre ellas y las neuronas aferentes. (Figura 1).

Esta deaferenciación tiene consecuencias en el comportamiento neuronal a nivel central, pues el tinnitus puede persistir aun después de seccionar el nervio auditivo.

Por otro lado, el tinnitus asociado con traumatismos temporomandibulares o cervicales puede moderarse moviendo los músculos mandibulares o de la cabeza y del cuello que están en el mismo lado (ipsilateral) de la lesión, lo cual supone que la actividad auditiva central también puede modularse por conexiones somatosensoriales, no auditivas (Levine, 2004). Existen varias regiones donde convergen conexiones auditivas y somatosensoriales, pero la única estructura que las integra de manera ipsilateral, es el NCD (Levine, 2004; Baizer y cols., 2012).

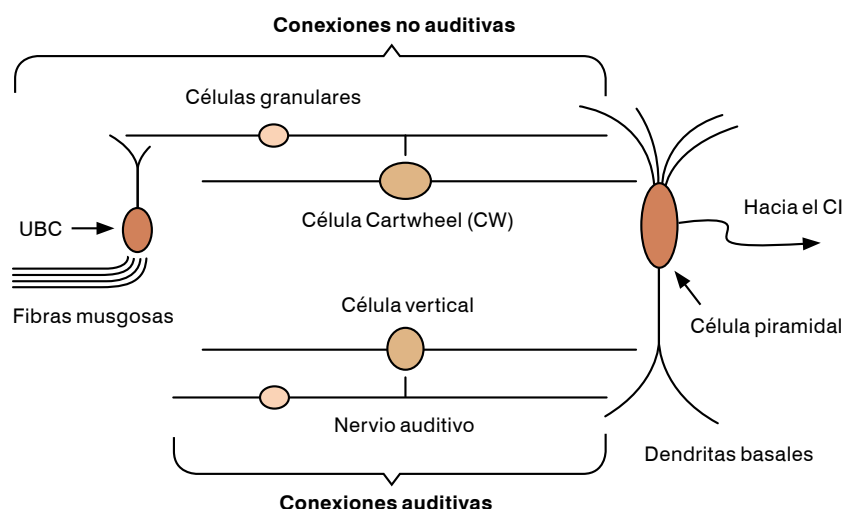


Figura 2. Circuito del NCD: La célula piramidal recibe las fibras del nervio auditivo en sus dendritas basales. En la parte apical de las piramidales se conectan las granulares y otras células inhibitorias como la cartwheel (CW). Las células UBC reciben conexiones no auditivas a través de las fibras musgosas y a su vez, se conectan con las granulares. Modificado de Tzounopoulos y cols., 2008.

NÚCLEO COCLEAR DORSAL: PIEZA CLAVE

El NCD tiene una organización laminar similar a la de la corteza cerebelar: en la capa molecular residen los axones de las neuronas granulares (fibras paralelas), seguida de la capa de células fusiformes y finalmente la capa profunda. Las neuronas piramidales o fusiformes (Py) del NCD reciben información periférica del nervio auditivo e integran señales que provienen de otras áreas asociadas con diversas modalidades sensoriales a través de fibras musgosas (Bell, 2002; Tzounopoulos, 2004); además, también están conectadas con neuronas inhibitorias que regulan su actividad. Por ello, uno de los modelos más destacados en la investigación sobre tinnitus es la desinhibición de las neuronas piramidales en el NCD (Kaltenbach 2011). Básicamente, el modelo explica que la respuesta a nivel central se caracteriza por la degeneración de las fibras nerviosas auditivas y la consecuente disminución de las entradas glutamatergicas en el NC, especialmente en el circuito formado entre las neuronas piramidales y las neuronas inhibitorias del NCD. Esto genera, por un lado, que las neuronas inhibitorias dejen de recibir información de las aferentes cocleares y, por lo tanto, disminuyan su neurotransmisión GABAérgica o glicinérgica; y, por otro lado, que las neuronas piramidales también dejen de recibir información de las

aferentes cocleares y de las neuronas inhibitorias. En respuesta, las neuronas piramidales comienzan una especie de compensación ante la pérdida de las conexiones aferentes, aumentando su actividad espontánea y su neurotransmisión glutamatergica, proceso conocido como hiperexcitabilidad. Por lo tanto, se establece un desequilibrio entre las transmisiones excitatoria e inhibitoria, lo cual se refleja en el aumento de la actividad glutamatergica de las neuronas piramidales y la disminución de la actividad GABAérgica y glicinérgica de las neuronas inhibitorias del NDC (Baizer y cols., 2012) (Figura 2).

¿Y LAS FIBRAS MUSGOSAS? CONEXIONES NO AUDITIVAS

Entre las dendritas de las neuronas piramidales y las fibras musgosas que llevan información de áreas no auditivas, puede localizarse un subtipo de interneurona excitatoria, la célula unipolar con terminaciones dendríticas en cepillo (*unipolar brush cell*: UBC) (Mugnaini y cols., 2011). Estas neuronas abundan en estructuras similares a la corteza del cerebelo, como el NCD, el flóculo y paraflóculo del cerebelo, regiones que curiosamente también están involucradas en la fisiopatología del tinnitus (Brozoski y cols., 2017). Gracias a la morfología en cepillo de sus dendritas, las UBC's pueden recibir diversa información no auditiva de las fibras musgosas y, como son excitatorias, pueden enviarla a otras UBC's con las

cuales se conectan; o bien, a células granulares que también son excitatorias y que a su vez se conectan con las dendritas apicales de las neuronas piramidales. (Figura 2) Esta forma de mediar las señales no auditivas en el NCD hace que las UBC's puedan funcionar como amplificadores locales, lo que puede explicar, en parte, la razón por la cual el tinnitus puede moderarse con movimientos de cara, cabeza y cuello (Mugnaini y cols., 2011). Las UBC's no solo amplifican la información no auditiva, sino que pueden controlar si la envían o no hacia las neuronas granulares (Borjes-Merjane y Trussell, 2016). Finalmente, estas interneuronas excitatorias también pueden funcionar como indicadores de la reorganización sináptica, pues expresan una proteína que se une a los microtúbulos del citoesqueleto, *doublecortina* (*doublecortin*: DCX), cuyos niveles disminuyen en caso de trauma acústico y tinnitus inducido en animales (Baizer y cols., 2012; Brozosky y cols., 2017).

CONCLUSIÓN

El tinnitus subjetivo es el zumbido que un individuo percibe de manera consciente en ausencia de una fuente de sonido externo. Puede afectar gravemente la vida cotidiana y aunque hasta el momento no existe una cura ni forma de medir al tinnitus, las investigaciones señalan que en su fisiopatología interactúan estructuras auditivas periféricas y centrales junto con no auditivas.

La exposición al ruido intenso es un factor de riesgo que puede dañar a las células ciliadas de la cóclea y en consecuencia inducir la pérdida de conexiones sinápticas entre el nervio auditivo y las neuronas del NC, primer eslabón en la vía auditiva central. Esta desconexión provoca un desequilibrio entre la transmisión excitatoria y la inhibitoria, fenómeno que genera hiperactividad en las neuronas piramidales, células que integran información auditiva y no auditiva en la porción dorsal del NC. El NCD resulta ser entonces una pieza clave en la fisiopatología del tinnitus.

BIBLIOGRAFÍA

- Adjajian P, Hall DA, Palmer AR, Allan TW, Langers DR (2014). Neuroanatomical abnormalities in chronic tinnitus in the human brain. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 45(100):119-133.
- Baizer JS, Manoharb S, Paolone NA, Weinstock N, Salvi RJ (2012). Understanding tinnitus: the dorsal cochlear nucleus, organization and plasticity. *Brain Research* 1485:40-53.
- Bell CC (2002). Evolution of cerebellum-like structures. *Brain, Behavior, and Evolution* 59:312-326.
- Borjes-Merjane C and Trussell LO (2016). ON and OFF Unipolar Brush Cells transform multisensory inputs to the auditory system. *Neuron* 85: 1029-1042.
- Brozoski T, Brozoski D, Wisner K, Bauer C (2017). Chronic tinnitus and unipolar brush cell alterations in the cerebellum and dorsal cochlear nucleus. *Hearing Research* 350:139-51.
- Eggermont JJ (2012). What is tinnitus. En: *The neuroscience of tinnitus*. Oxford University Press.
- Kaltenbach JA (2011). Tinnitus: Models and mechanisms. *Hearing Research* 276:52-60.
- Levine RA (2004). Somatic tinnitus. In: Snow Jr., J. B. (Ed.), *Tinnitus, Theory and Management* (pp. 108e124). Decker, Hamilton, Ontario, Canada.
- Minen MT, Camprodon J, Nehme R, Chemali Z (2014). The neuropsychiatry of tinnitus: a circuit-based approach to the causes and treatments available. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and psychiatry* 85(10):1138-1144.
- Moller AR (2011). Different forms of tinnitus. En: *Textbook of tinnitus*. Springer, New York.
- Mugnaini E, Sekerková G, Martina M (2011). The unipolar brush cell: a remarkable neuron finally receiving deserved attention. *Brain Research Reviews* 66(1-2):220-245.
- Ryan D and Bauer C (2016). Neuroscience of tinnitus. *Neuroimaging clinics of North America* 26:187-196.
- Shargorodsky J, Curhan GC, Farwell WR (2010). Prevalence and characteristics of tinnitus among US adults. *The American Journal of Medicine* 123(8):711-718.
- Tzounopoulos T (2008). Mechanisms of synaptic plasticity in the dorsal cochlear nucleus: plasticity-induced changes that could underlie tinnitus. *American Journal of Audiology* 17(2):S170-S175.
- Wojtczak M, Beim JA, Oxenham JA (2017). Weak Middle-Ear-Muscle Reflex in humans with noise-induced tinnitus and normal hearing may reflect cochlear synaptopathy. *ENeuro* 4(6):1-8.

Citlalli Gamboa

Enrique Soto

Rosario Vega

Instituto de Fisiología, BUAP

citlagam@gmail.com



© Yael Martínez/Orlando Velázquez. De la serie *La sangre y la lluvia*, 2016/2017.

Lo mejor de dos reinos: la ciencia aplicada al huitlacoche

Entrevista con Daniel Martínez Carrera

Leopoldo Noyola

El Colegio de Postgraduados de Puebla (COLPOS) luce vacío en esta soleada mañana de enero. Estoy aquí para entrevistar al doctor Daniel Claudio Martínez Carrera sobre la exitosa inoculación del hongo huitlacoche en mazorcas “sanas” de maíz. Biólogo por la Universidad Veracruzana, con maestría en el Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos y doctorado en la University of London, Inglaterra, Martínez Carrera es especialista en ciencia de alimentos e ingeniería, biotecnología de hongos comestibles, funcionales y medicinales. En agosto de 2017 el COLPOS formalizó el lanzamiento comercial del huitlacoche poblano del que buscan certificar su denominación de origen, dado que cumple con los más altos estándares de calidad y de inocuidad.¹ Las investigaciones del equipo del doctor Martínez Carrera han documentado 600 formas diferentes de aprovechar el huitlacoche en tortillas, tamales, menudos, postres y bebidas, así como han comprobado propiedades antioxidantes, anticancerígenas, antimicrobianas, antidiabéticas y antihipertensivas en el hongo comestible.

El conocimiento y las tecnologías se desarrollaron con financiamiento del CONACYT, a través del Proyecto FORDDECYT 273647, denominado “Estrategia para fortalecer la competitividad de la cadena agroalimentaria



Decoración de la iglesia de Tonanzintla: detalle mostrando una mazorca con huitlacoche. Fotografía: Enrique Soto.

microbiana emergente de los hongos comestibles, funcionales y medicinales en los estados de Puebla, Veracruz y Oaxaca” (2016-2019).

Se trata de una relación huésped (maíz)-parásito (hongo) en la que las semillas de maíz se deforman por el crecimiento del hongo generando estructuras denominadas agallas. Desde épocas prehispánicas las diversas culturas establecidas en México han valorado y consumido estas agallas como un excelente alimento tradicional.

¿Cuáles son las dificultades del estudio del huitlacoche?

Es muy importante entender primero el reino de los hongos comestibles, que hasta el siglo XX empezó a tomar una dinámica interesante en términos de su estudio, su investigación; la gran desventaja es

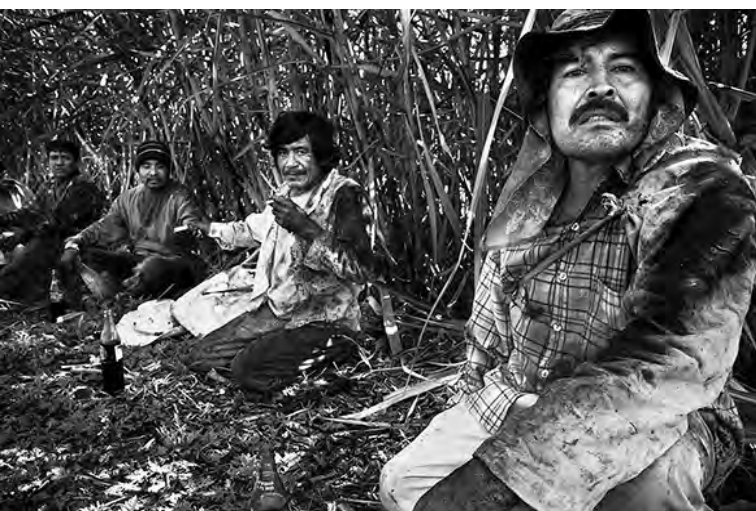
que no es macroscópico, sino que es microscópico –en realidad son microbios–, y por esa razón se tardaron en ser abordados por los científicos y en evolucionar en su conocimiento para poderlos manejar y utilizar en beneficio de la sociedad; además de entenderlos, porque entenderlos ya es en sí mismo importante. Entonces es un reino componente de la biosfera y una parte de este reino puede ser utilizado como alimento. Curiosamente en México los hongos son un reino con una diversidad impresionante.

Un detalle que llama la atención del estudio donde participa,² es que hay evidencias de que el huitlacoche comienza a consumirse durante la colonia española, o sea, no era un alimento predilecto de los habitantes prehispánicos, como lo expresa el significado de la palabra huitlacoche (“mugre que crece encima del maíz” o “mierda dormida”; algo “no muy grato o molesto del maíz”). La gente común creemos que es un alimento milenario en México, le llaman “alimento de los dioses” y es materia gourmet.

Yo creo que en Mesoamérica el ambiente era una cuestión importante para la alimentación, de hecho hay por ahí estudios históricos muy buenos donde demuestran que el colapso de alguno de

Huitlacoche desgranado. Fotografía: COLPOS





© Yael Martínez. De la serie *Entre cenizas y cañas*, 2009.



© Yael Martínez. De la serie *Entre cenizas y cañas*, 2009.

los imperios que tuvimos en Mesoamérica se debió a cuestiones de alimentación; es decir, había cambios en el ambiente que finalmente impactaron en la producción de alimentos y eso afectó a las sociedades y se disgregaron. El maíz era la pieza central de la alimentación y era natural que tuvieran años buenos y años malos, de modo que al ser atacado en alguno de esos años —porque no había en ese momento plaguicidas ni herramientas para controlar plagas y enfermedades—, quizá tuvieron una plaga de huitlacoche, es posible, y que eso redujera la producción de alimentos. Entonces eso afectaba a las sociedades y la reacción de esas sociedades fue decir, bueno, pues si no podemos contra la plaga nos la podemos comer. Seguramente por ensayo y error descubrieron que, aunque no se veía bien, como lo expresa su raíz etimológica, en la realidad es un manjar y al comerlo uno lo aprecia así. Es un sabor muy original, no es maíz, no es un hongo, es algo intermedio que los mexicanos aprendimos a valorar. Tenemos uno de los paladares más exigentes del mundo, es increíble, y uno lo descubre cuando sale de México. Somos una sociedad exigente en términos sensoriales, de alimentación, porque aquí la alimentación no nada más cumple una función biológica sino también social, familiar, todo un entorno. Y los pueblos originarios de nuestro país vieron claramente eso en el huitlacoche y lo

aprovecharon como alimento. Pero hay un trabajo reciente que da una versión distinta, dice que comienza a consumirse en la colonia española. Yo creo que es, en realidad, una mezcla de las dos: en su momento no lo veían bien, se trata de una plaga y les mete ruido, pues dejan de producir el maíz que necesitaban. Algo hizo que la sociedad descubriera este alimento, lo probara, lo ensayara y terminara creyendo que vale la pena. Pero yo creo que el consumo del huitlacoche como alimento sí es prehispánico. Pudo haberse exacerbado en la colonia, pero tendría que investigarse. La realidad es que hay pocos estudios. Pero creo que era valorado desde antes. Mi modo de ver es que se descubrió por la presión alimentaria que había en la época prehispánica, cuando se descubre que se puede comer, como sucedió con otros alimentos, por ejemplo los insectos, pues este también es un país donde se come una cantidad impresionante de insectos.

Una condición de los pueblos antiguos, como los chinos, que se comen todo.

Exactamente, con vocación a diversificarse, y dentro de esa diversificación creo que entró el huitlacoche. Y una vez que fue apreciado por esas sociedades

se dio un paso trascendental. Hasta llegar al siglo XX, cuando la globalización del mundo hizo que alimentos mexicanos pudieran tener un impacto a nivel global. Y creo yo que el huitlacoche es uno de esos alimentos que nos distingue, no nada más porque hay un soporte histórico-cultural, sino porque es un alimento muy rico, que pocas veces ves. El huitlacoche es una mezcla de dos reinos: del reino vegetal, de las plantas, que lo junta con el reino de los hongos y que, al unirlos, posees un alimento que tiene de todo: propiedades nutricionales, funcionales, medicinales; un gran alimento. Claro, hoy lo sabemos con evidencia científica, eso no lo sabían hace cien años. Solo tenían el sabor. Te das cuenta además que eso tiene otro trasfondo, el huitlacoche es algo diferente, no es común, es de los pocos alimentos que junta lo mejor de dos reinos. Eso es algo interesantísimo y lo que nos motivó a nosotros.

Ahora, no es un hongo fácil de producir de manera controlada.

¿Qué tan abundante es el huitlacoche natural?

Históricamente esta especie se produce naturalmente en ciertas épocas del año, en lluvias; a veces sí, a veces no; a veces muy poquito, a veces más. Un porcentaje de infección natural que va del 0.2 % hasta un poquito arriba del 1 %. Entonces es algo no común, relativamente raro; sin embargo, a finales del siglo pasado y sobre todo con el mejoramiento de la tecnología, cuando tienes herramientas muy poderosas que te permiten abordar la parte microscópica, microbiana, metabólica a un nivel de profundidad que antes ni soñabas, pues fue natural reflexionar que teníamos un alimento único y estábamos en México, su centro de origen, por lo que teníamos que estudiarlo. Y





© Yael Martínez. De la serie *Entre cenizas y cañas*, 2009.

luego en Puebla, uno de los centros generadores del maíz.

¿En su parte científica qué es lo que había que indagar del huitlacoche?

Hasta recientemente ha sido posible conocer el ciclo, entender cómo empieza esta especie a diseminarse, cómo crece, cómo se reproduce, cómo se relaciona con la planta y con el ambiente para sobrevivir como especie. Esto solo recientemente se ha llegado a conocer de manera profunda y toda esa información ha hecho posible que tengamos, en un país como este, la posibilidad técnica, cultural y social de dar ese paso y decir: esto lo vamos a volver un alimento que se pueda producir de manera controlada.

¿Cuántos años lleva este proceso?

Mira, ha habido interés de producir huitlacoche de manera controlada desde los años 60, un interés puntual. La factibilidad de producir y consumir hongos comestibles, que es un grupo muy amplio dentro del reino de los hongos, los comestibles cultivados, realmente data de la posguerra del siglo pasado, después de la Segunda Guerra Mundial (1945). Antes de eso, la forma de producir algunas especies era realmente muy primitiva, muy rústica, tecnológicamente muy poco

avanzada. Sin embargo, a partir de aquella guerra empiezan a surgir técnicas microbiológicas que permitieron empezar a manejarlos; o sea, producir hongos comestibles cultivados tiene unos 60 años, cuando mucho. Estamos en un campo de conocimiento bastante reciente, pero lo que viene con todas las tecnologías es impresionante.

En su estudio menciona intentos europeos desde el siglo XIX.

El cultivo de hongos inicia en varias regiones de Europa, en Francia, en el siglo XVIII, cuando se empezaron a producir rústicamente los champiñones. Desde ahí esa tecnología se fue perfeccionando muy lentamente hasta que se tecnificó después de la Segunda Guerra Mundial. Y en Estados Unidos, con todos los inmigrantes que llegaron de Europa, es ahora donde más se produce. En México esa tecnología llegó en 1933, empresas como Monte Blanco, conocida también como Hongos de México, empezó a producir estos champiñones y lo sorprendente es que fue increíblemente exitosa, a tal grado que actualmente es una de las empresas más grandes del mundo.

Entonces esta empresa, cuando vio que el champiñón era un éxito, concluyó que el huitlacoche era una especie que tenía que producir, y ellos se interesaron en hacerlo, pero no tenían todavía el nivel de conocimiento para poderlo inocular. Lo cierto es que ese interés viene desde los años 70, cincuenta años de interés, porque es evidente que el huitlacoche tiene un potencial muy grande.

Para darte una idea, nuestro país es el más avanzado de Latinoamérica en producción de hongos, producimos más del 80 % de los hongos comestibles de toda la región, y tecnológicamente somos el país que ha dado más pasos. La técnica ha ido evolucionando porque obviamente las evidencias muestran que tienes cultura, tienes un alimento único, tienes técnicos y hay formación de recursos humanos, hay inversión; pues vemos cómo podemos llevar adelante este alimento tradicional

mexicano. Y eso es lo que estamos haciendo actualmente, con una idea a largo plazo, pues la evidencia nos indica que este reino de los hongos comestibles aporta riquezas no nada más nutricionales, no solo proteínas, carbohidratos y grasas, aporta elementos que ahora se llaman compuestos activos, que son fundamentales para la salud humana.

¿La tarea no es nada más científica?

Definitivamente. ¿Cómo hacemos para que la sociedad mexicana valore, reconozca mejor las aportaciones que hace este reino de los hongos comestibles, particularmente los hongos cultivados, a la alimentación? Es decir, cómo diversificamos, como incrementamos la producción y el consumo de los hongos comestibles para que la sociedad se vea beneficiada en su dieta y tenga una dieta sana, equilibrada, rica y diversa, sensorialmente importante, culturalmente apropiada y que todo esto permita que la sociedad se vea beneficiada en sus recursos y sus avances tanto tecnológicos como científicos.

Recreando una cultura del huitlacoche.

Exactamente, hay que trabajar mucho. De hecho estamos trabajando en un recetario, donde hemos integrado no solo recetas tradicionales, también estimulamos la innovación, es decir, lo que los chefs con su creatividad pueden hacer. El año pasado hicimos un evento en la Casa de los Muñecos que se llamó precisamente “La cosecha del huitlacoche” y se trató de dar a conocer a la sociedad poblana que aquí se puede producir huitlacoche, pensamos obviamente atender la denominación de origen y todo esto, para que con todas esas herramientas pueda seguir creciendo. Ahí presentamos por primera vez bebidas de huitlacoche que resultaron increíblemente deliciosas; otro chef hizo barbacoa de pato con huitlacoche, solo para darnos una idea de hasta dónde puede



© Yael Martínez. De la serie *Entre cenizas y cañas*, 2009.

llegar esto. Obviamente estamos arrancando y el camino es largo.

El punto central de todo esto es de que, como tú sabes, a partir de los años noventa este país tuvo un modelo de inserción en la economía global impulsado por un grupo en el poder que se casó con esa idea, gobernantes que estudiaron en el extranjero, los hijos de los políticos de esa época que trajeron esas ideas, las implementaron y algunos ganaron, pero hoy vemos que muchos otros perdieron. Aquí el que perdió, creo, fue el campo del país, la agricultura nacional.

La dilapidaron.

No nada más nos cambiaron el sistema agrícola, el campo, nos cambiaron también nuestros patrones alimentarios. Y eso llevó a una sociedad que tenía una dieta sana y equilibrada, a tener otra dieta, porque nos inundaron de comida rápida, de productos baratos, importados, que son sabrosos y lo que tú quieras, pero que finalmente nos movieron de una dieta que traíamos desde la colonia, con toda la combinación que se dio entre lo prehispánico y lo español, y nos la cambiaron. Eso produjo una sociedad enferma, ahora somos un país de gorditos con todo lo que eso implica. Una crisis civilizatoria que dicen los expertos que está ocurriendo globalmente y que yo he retomado para decir lo que nos corresponde hacer desde



© Yael Martínez. De la serie *Entre cenizas y cañas*, 2009.

el ángulo nuestro. ¿Qué vías tenemos? lo discutimos y llegamos a la conclusión de que hay que retomar lo bueno que teníamos para plantear un nuevo paradigma, porque esto no nos está conduciendo a nada, nos está conduciendo a una sociedad enferma. Entonces lo primero que tenemos que hacer es retomar los valores que tenía la dieta original, los vegetales y los animales, y la propuesta de incorporar a los hongos como un elemento central que puede ayudar a la alimentación nacional desde muchos ángulos. Los hongos aportan compuestos reactivos que no tienen ni las plantas ni los animales, a la hora que los agregas tienes un alimento más sano, una dieta más equilibrada. Y eso lo tenemos demostradísimo.

El año pasado usted recibió el Premio de Investigación en Nutrición 2017 entregado por instituciones como el Instituto Salvador Zubirán, entre otras, lo que significa que hay atención a su propuesta.

Fuimos premonitorios, porque esto fue antes de todo el pleito que ha iniciado Trump: “Te sacó del TLC o me salgo yo y a ver qué haces”; ya destruimos todo un sistema alimentario que teníamos y que estaba funcionando, y ahora dice que siempre no, te doy una patada y hasta luego. Nos dejó sin salidas. Ese es el contexto importante.

Hubo necesidad de encontrar nuevas vías.

El huitlacoche es un elemento de toda esta estrategia: cómo diseñamos un nuevo paradigma en el sistema alimentario nacional, cómo, desde el ángulo de un reino que apenas estamos descubriendo a profundidad, puede ayudar a que esa alimentación sea más sana, sea mejor.

Y si es propio, más conveniente aún.

Ahora, dentro de los hongos cultivados, además del champiñón que es una especie importada, porque aunque hay champiñones silvestres en México, la realidad es que toda esa tecnología la trajimos de Estados Unidos y de Europa, entonces dijimos: oye, bueno, eso está bien, qué bueno que enriquezcamos nuestro sistema alimentario con esas especies, pero aquí tenemos para dar y prestar. Entonces agarremos el huitlacoche, estudiémoslo y demostrémosle al mundo que es una aportación que podemos hacer como las que ya hemos hecho con el aguacate, el chocolate, todo lo que actualmente es reconocido en el mundo como una maravilla. En su momento lo vamos a hacer, tenemos toda la tecnología para hacerlo y para promoverlo. Lo que necesitamos son básicamente ideas que nos permitan innovar.

Todo está muy bien, pero lo cierto es que los mexicanos tampoco comemos tanto huitlacoche. Tendrá que hacerse una campaña muy grande para que lo aceptemos más allá de las quesadillas. ¿Cuáles son los pasos y los plazos que hay que considerar?

Ante todo entender que son cosas emergentes. Visto como alimento es algo emergente en términos de su producción, tenemos que trabajar en varios frentes: primero, por supuesto, la ciencia, la tecnología y la innovación, que son los ejes que van a detonar el potencial que tiene este alimento que ha sido poco estudiado realmente; a pesar



© Yael Martínez. De la serie *Entre cenizas y cañas*, 2009.

de que lo hemos consumido por siglos, la profundidad de la investigación científica y tecnológica apenas está iniciando. Prevemos, mínimo, unos cincuenta años por delante para poder llegar a decir que tenemos un nivel de conocimiento como el que se tiene, por ejemplo, del trigo, del maíz o del vino. Entonces nos falta mucho, hay que trabajar en la generación de conocimiento, creo que al ser México centro de origen del maíz tenemos un gran potencial para producirlo y exportarlo al mundo. Y ahí es donde vienen otros componentes que hay que trabajar. No me queda duda de que en toda la región central del país hay una demanda de huitlacoche, sobre todo por las clases populares y también por las comunidades, ahí lo que tienes que hacer es llevar el producto y ofrecerlo a un precio razonable para que la gente pueda adquirirlo y consumirlo. Ahí no le veo tanto problema. En otros sectores sí.

Hábleme de las características del producto comercial en sí.

Una vez que cosechas la mazorca hay varias maneras de consumirlo, una es que lo vendas en mazorca o lo desgranes y lo vendas empacado. Te dura aproximadamente, una vez que cosechas,

hasta ocho días fácilmente, sin problema, pero en refrigeración; si no lo refrigeras, pues máximo tres días, dependiendo del clima. Lo que pasa es que los hongos son microbios y una vez que los cosechas siguen creciendo, aunque lo cosechas el hongo sigue metabolizando y sigue creciendo. Y es importante que tengamos esto en cuenta porque el huitlacoche sigue creciendo y en consecuencia se va deteriorando. Una fruta que se va madurando pierde poco a poco la mayor parte de sus propiedades y ya no es agradable. Entonces es muy importante que se trabaje la parte científica y tecnológica de generación de conocimiento para su mejor manejo.

La parte científica ya nos permitió el cultivo del huitlacoche, ahora la propia ciencia debe atender una etapa posterior.

Una vez que cosechas puedes procesar el producto, hay toda una variedad de tecnología por utilizar, desde envasar, cocinar, precocinar para venderlo ya totalmente elaborado; hay mil cosas, pero eso hay que desarrollarlo. Ya se hace algo, pero se está empezando, hace falta todavía llegar a un nivel y un estándar que permita que este producto se pueda incluso exportar, que es –yo creo– uno de los grandes potenciales que tiene. Confío en que este producto puede llegar fácilmente a ser como



© Yael Martínez. De la serie *Entre cenizas y cañas*, 2009.

el tequila, ampliamente apreciado en el mundo, valorado y consumido, y uno de los productos que más exportamos. El tequila es un ejemplo, ahora están haciendo lo mismo con el mezcal. Entonces depende mucho de la estrategia que sigamos, pero creo que el huitlacoche tiene un enorme potencial, pero para ello hay que desarrollar toda la tecnología postcosecha.

Y luego convencernos de que es delicioso y sano.

Así es, tenemos que trabajar muchísimo en el consumo, cómo lo vamos a consumir. Este año vamos a hacer un recetario, llevamos 40 recetas que ya tenemos probadas, algunos análisis nos han mostrado que hay potencial y creemos que ese es un primer paso. Hay que diversificar, estamos planteando una feria gastronómica de hongos comestibles donde haya una sección de huitlacoche, pues queremos demostrar algo que no se ha hecho en el país: que la mayor parte de la población mexicana ha consumido hongos comestibles alguna vez en su vida más bien por el sabor, no por todas las propiedades que tienen. Lo que queremos demostrar con esa feria es que los hongos comestibles son algo más que el sabor, te dan algo más, y también queremos documentar cuál ha sido la aportación, primero histórica, y cuál es el

potencial de la aportación que puede hacer este reino en términos de alimentación a la sociedad, primero a la gastronomía mexicana y después a la internacional. Tú sabes que nuestra gastronomía ha sido reconocida como patrimonio inmaterial de la humanidad y vemos que no existe un registro que haya documentado lo poco o lo mucho que haya aportado este reino a la gastronomía nacional. Y es algo que queremos hacer como parte de este esfuerzo.

A consumir hongos, pues.

Los estudios que hemos hecho muestran que no todos los mexicanos consumen hongos, aproximadamente el 51 %, pero sigue creciendo. Empezamos con el 49 % en el primer estudio que hicimos en 2004, y lo hemos venido monitoreando y ha ido creciendo. Y algo que creo que va a hacer que crezca de manera importante es esto que hemos descubierto de sus propiedades únicas, de su aportación a la salud una vez que los ingeres, inducir la expresión de genes específicos en el organismo humano, que está demostrado que tiene un impacto directo en la salud. Eso es algo que no se ve tan claro en el resto de los alimentos, aquí lo tenemos y va a ser un impulso muy importante.



© Yael Martínez. De la serie *Entre cenizas y cañas*, 2009.

Por ello tenemos que trabajar en la ciencia y en la tecnología, en diversificar todo lo que es innovación a nivel postcosecha, es decir, desde cómo lo incorporamos de manera inteligente a la gastronomía nacional, diversificamos la forma de consumirlo, de prepararlo, generando productos a base de huitlacoche –bebidas, por ejemplo–, demostrando que los hongos comestibles son importantes en la gastronomía nacional.

Gracias, doctor.

NOTAS

¹ Llaven Anzures Yadira “El Colpos Puebla y autoridades lanzan la comercialización del huitlacoche poblano”, *La Jornada de Oriente*, 30/08/2017

² Castañeda de León, Vladimir, Martínez-Carrera, Daniel, Morales Almora, Porfirio, Sobal Cruz, Mercedes, Gil Muñoz, Abel y Leal Lara, Hermilo, 2016. El huitlacoche, producto de la interacción Ustilago maydis-maíz, una aportación de México al mundo en el sistema agroalimentario microbiano. Capítulo 31, pp. 641-694. En *Ciencia, Tecnología e Innovación en el Sistema Agroalimentario de México*, COLPOS, 2016.

Leopoldo Noyola
Antropólogo
Revista Elementos
polo.noyola@gmail.com

La sangre y la lluvia

Yael Martínez/Orlando Velázquez

Yael Martínez (1984, Guerrero, México)

Fotógrafo documental beneficiario del Premio Magnum Emergency Fund y del Premio Magnum On religion 2017 por la Fundación Magnum - Nueva York.

Cursó el Seminario de Fotografía Contemporánea 2010 del Centro de la Imagen. Ha participado en muestras colectivas en México, Chile, Brasil, Colombia, Suiza, Estados Unidos, España, Argentina y Noruega. Obtuvo la beca de Jóvenes Creadores del FONCA en las emisiones (2011, 2013 y 2016). Recibió el Premio de Adquisición XXXIV Encuentro Nacional de Arte Joven 2014 México. Finalista Eugene Smith Grant 2015 y 2016. Seleccionado Joop Swart Master Class Latinoamérica Word Press Photo 2015. Nominado para The Foam Paul Huf Award 2016-2018. Obtuvo el Segundo Premio del Photographic Museum of Humanity PHMuseum 2016 Grant. Seleccionado 4th Annual New York Portfolio Review, organizado por el New York Times en 2016. Nominado para el premio Prix Pictet y para el premio Infinity Awards 2017.

Su obra forma parte de las colecciones del Bronx Documentary Center N. Y. La fundación Televisa, Museo de Arte Contemporáneo de Aguascalientes, la Fototeca Nacional del INAH y del Instituto Nacional de Bellas. Colección Toledo-INBA.

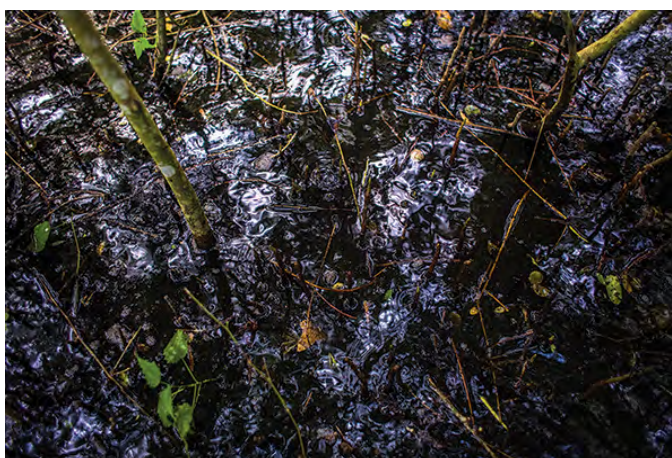
Orlando Velázquez (1989, Guerrero, México)

Artista gráfico e ilustrador, su trabajo explora conceptos de lo sagrado y lo profano a través del estado actual de violencia y muerte en el estado de Guerrero. Graduado del Centro Morelense de las Artes, su obra ha sido expuesta en México, Canadá, Estados Unidos y Francia. Seleccionado en la Bienal Internacional de Grabado y Estampa José Guadalupe Posada en 2017 y 2015 y en la Quinta Bienal Nacional de Artes Gráficas Shinzaburo Takeda 2016. Recibió el Premio de Adquisición XXXIV Encuentro Nacional de Arte Joven 2014 Aguascalientes, México y la beca Jóvenes Creadores del FONCA en la emisión 2016.

En la montaña de Guerrero hay comunidades que todavía realizan ceremonias prehispánicas. Son pueblos indígenas que ven la sangre y la lluvia como sagradas. Nuestro proyecto *La sangre y la lluvia* busca una manera de documentar los rituales y sacrificios de petición de lluvia; algunos de estos rituales no pueden ser fotografiados y partiendo de esta limitante se planteó la idea de trabajar con dos disciplinas (fotografía y gráfica) en los rituales que pudimos documentar. Al combinar la fotografía con el dibujo encontramos una forma de explorar las capas de lo físico y lo metafísico en estos rituales sin exponerlos ni violarlos.

Para nosotros es muy importante representar de manera simbólica la relación que existe entre las personas, sus dioses y la naturaleza. Queríamos hablar sobre el estrecho vínculo que se mantiene entre ellos y cómo el ritual de la lluvia es más que un evento o una actuación, es una filosofía de vida que mantiene en equilibrio los ciclos de fuerzas sagradas como el viento, el Sol, la lluvia, la tierra. Donde, a través del sacrificio y el dolor, la sangre se dona con agradecimiento a la tierra, la generadora de la vida.

Cuando visitamos este lugar sagrado pensamos en la fe y en lo que puede llevar a una persona a escalar una montaña, a cruzarla a pesar del clima, el dolor o la fatiga. Y pensamos en lo que hace que algunos miembros de la comunidad de Zitlala ofrezcan su dolor y su sangre para devolver algo a la tierra: el inmenso ser sagrado.



© Yael Martínez. De la serie *Tierra mojada*, 2016.

“Pensarán que fue todo un sueño”, fue lo que nos dijo René antes de subir; él es Tigre de Zitlala y hace tres años sufrió un accidente cuando subía a la montaña, perdió el conocimiento y tuvo fracturas que pusieron en riesgo su vida. Afortunadamente lograron descenderlo del Cruzco para que recibiera atención. Nos dijo que la santa Cruz le dio oportunidad de vivir y seguiría subiendo a ofrendar a la montaña mientras tenga vida.

El estado de ayuno, el mezcal, la deshidratación y el cansancio nos generaba un estado distinto en la percepción de la realidad; yo estaba a unos metros delante del grupo y escuché cómo una gran roca venía rodando desde arriba de la montaña, tuve miedo y grité: ¡una roca! Traté de esquivarla cuando esta ya me había golpeado en la parte inferior de mi pierna derecha en el tobillo, caí; miré hacia atrás y vi cómo la misma roca golpeaba en la cara a uno de los tigres que venían en nuestro grupo, el tigre perdió el conocimiento un par de minutos y los otros dos chicos me gritaban que regresara, estaba temblando, traté de regresar y varias rocas se desprendieron, me dijeron que no lo hiciera y en uno de esos intentos resbalé y me golpeé la costilla izquierda; sentí un dolor muy intenso en todo mi cuerpo y traté de recuperarme.



© Yael Martínez.
De la serie *La sangre y la lluvia*, 2017.
(Fotos izquierda y derecha superiores).



© Yael Martínez. De la serie *Tierra mojada*, 2016.
(Fotos izquierda y derecha inferiores).

Fue una situación extrema y solo pedía que alguien nos ayudara, José pudo recobrar la conciencia y se puso de pie, su rostro lucía completamente desfigurado por el golpe de la roca, tomaron un pañuelo y le secaron la sangre del rostro y lo dejaron en el mismo sitio donde la roca había golpeado a José, y continuamos subiendo; antes de subir miré toda la sangre que se había derramado en el cerro, un tigre ya había ofertado sacrificio.

Llegamos a la cueva y en el espacio reducido de la entrada rociaron a José con mezcal para desinfectar la herida. Le sugerí que bajara de la montaña porque el golpe se veía muy mal, pero rehusó. Yo entré con otro grupo de tigres a la cueva; la cueva era fría, húmeda, espiritual. Era otro mundo al de afuera, ya que a esa hora el Sol estaba ya en

lo alto y el calor era sofocante. Estábamos dentro del corazón de la montaña y ahí ofrendamos nuestro sacrificio, las flores y las velas y cantamos a la cruz. Estaba en un lugar sagrado y después de la jornada el sueño tomaba forma, tomaba un sentido, ahora mis ojos miraban lo que miran los tigres en su ritual. Y en ese momento... ya se había ofrendado sangre para la lluvia.

La sangre y la lluvia es un proyecto colaborativo apoyado por la Fundación Magnum Nueva York en colaboración con la New York University y The Henry Luce Foundation sobre el proyecto *On religion*.



© Yael Martínez/Orlando Velázquez. De la serie *La sangre y la lluvia*, 2016/2017.

Dispositivos de GRAFENO para detección de cáncer

Omar I. **Nava Galindo**
Hugo A. **León Bonilla**
Agustín L. **Herrera May**

El cáncer es un problema de salud pública que produjo 8.8 millones de muertes en el 2015 (Organización Mundial de la Salud, 2017). El cáncer es un proceso de crecimiento y diseminación incontrolado de células que pueden localizarse en diferentes partes del cuerpo humano, generando tumores malignos. Estos tumores pueden invadir el tejido circundante y provocar metástasis en puntos distantes al tumor dentro del cuerpo humano. La detección de cáncer en su etapa inicial es uno de los grandes desafíos de la investigación científica en medicina; sin embargo, los métodos empleados hasta ahora han resultado poco eficientes y de alto costo económico.

Actualmente existen métodos de detección de cáncer basados en la obtención de imágenes del cuerpo humano. Estas imágenes pueden obtenerse por radiografía tradicional, resonancia magnética (RM), tomografía y ultrasonido. Sin embargo, estos métodos convencionales son costosos y de difícil acceso para pacientes de escasos recursos económicos y que no cuentan con asistencia médica brindada por el Estado. Además, estos métodos no aseguran el diagnóstico del cáncer en su etapa inicial.

Un nuevo método de detección de cáncer está basado en la concentración de células tumorales circulantes

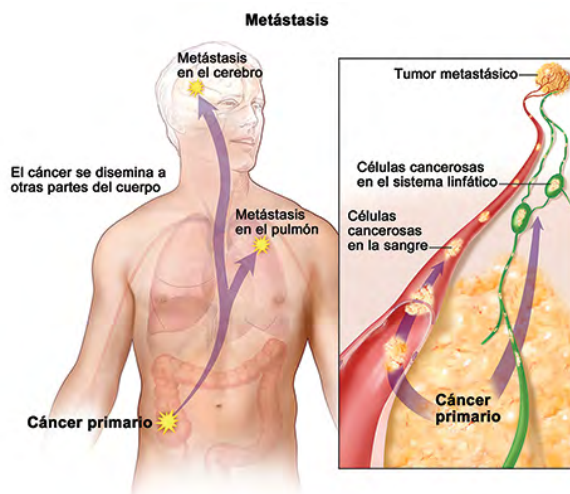


Figura 1. Esquema del proceso de metástasis en el cuerpo humano. Imagen tomada de: <https://www.cancer.gov/espanol/tipos/cancer-metastatico>.

(CTCs) en muestras de sangre (Wang y cols., 2018). Estas células cancerosas se desprenden de tumores y se transportan a la sangre a través de los vasos linfáticos (Autebert y cols., 2012; Ferreira y cols., 2016). Posteriormente se propagan a distintas partes del cuerpo para formar tumores múltiples (ver Figura 1). No obstante, se necesitan más investigaciones referentes a las propiedades y comportamiento de dichas células cancerosas. Por lo tanto, primero son necesarias técnicas de separación de CTCs en muestras de sangre. Normalmente, estas células se encuentran en baja concentración (en el orden de 1 a 100 células por mililitro de sangre). Además, las CTCs tienen diferente rigidez mecánica en comparación con los glóbulos rojos y blancos sanos. Un parámetro característico de las CTCs es su tamaño, el cual es comúnmente mayor al de las células sanas.

GRAFENO

En 2010, Andre Geim y Konstantin Novoselov, de la Universidad de Manchester, obtuvieron el Premio Nobel de Física por sus trabajos científicos sobre el grafeno. Estos científicos consiguieron el grafeno usando un método sencillo conocido como exfoliación o método de cinta adhesiva. El

procedimiento consiste en colocar una muestra de grafito entre dos pedazos de cinta adhesiva que son sometidos a un proceso de separación continua hasta obtener una única capa delgada de átomos de carbono llamada grafeno. Los átomos de carbono están unidos por medio de enlaces covalentes y están dispuestos en forma de red hexagonal similar a una red plana (ver Figura 2). El grafeno tiene propiedades mecánicas, térmicas, ópticas y eléctricas únicas que lo convierten en un material muy atractivo para futuras aplicaciones en campos como la medicina, la electrónica flexible, la generación y almacenamiento de energía, la fotónica y la industria militar (Hyunmin y Jong-Hyun, 2017). El grafeno es 100 veces más fuerte respecto al mejor acero, es hasta cinco veces más ligero que el aluminio y tiene una resistividad eléctrica tan baja como la del cobre, permitiéndole una transferencia rápida de electrones.

SEPARACIÓN DE CÉLULAS CANCEROSAS

La separación de CTCs a partir de una muestra de sangre de pacientes con cáncer puede realizarse mediante plataformas microfluídicas. Algunas de estas plataformas microfluídicas utilizan microcanales con bifurcaciones por donde circulan las células de una muestra de sangre, y mediante la emisión de ondas acústicas las CTCs son separadas de las células sanas (glóbulos blancos o rojos). El mayor tamaño de las CTCs respecto a las células sanas provoca que las fuerzas de radiación

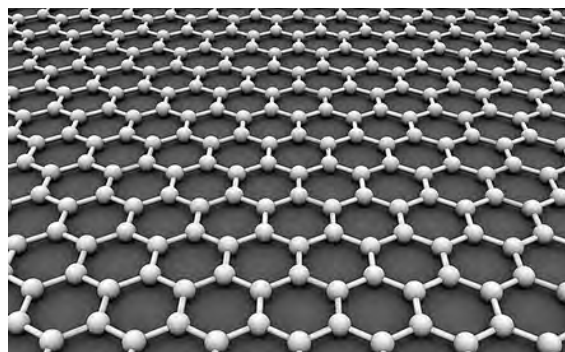


Figura 2. Representación de la estructura de grafeno. Imagen tomada de: <http://www.businessinsider.com/theres-a-new-miracle-material-thats-flexible-while-also-as-hard-as-a-diamond-2013-60>.

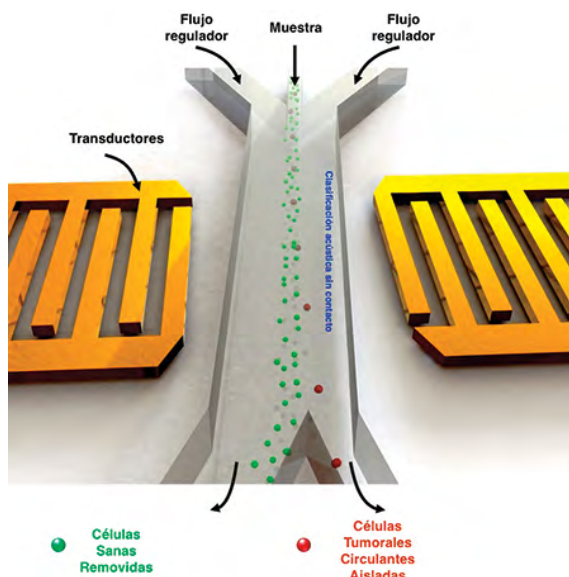


Figura 3. Representación esquemática de un dispositivo microfluídico que usa ondas acústicas para separar CTCs y glóbulos blancos de una muestra de sangre de un paciente con cáncer. Imagen tomada de: <https://www.darkdaily.com/sound-wave-acoustic-tweezers-locate-and-isolate-circulating-tumor-cells-in-liquid-biopsies-could-lead-to-less-invasive-cancer-diagnostics-and-treatments-108>.

acústica y de arrastre sean diferentes entre estos diversos tipos de célula, lo que da como resultado que las CTCs circulen por un microcanal diferente a aquellos por donde circulan las células sanas. Este método preserva la integridad y la funcionalidad de las células usando materiales biocompatibles. Li y colaboradores (2015) desarrollaron un dispositivo microfluídico para aislar CTCs con ondas acústicas (ver Figura 3). Estos investigadores emplearon muestras sanguíneas de pacientes con cáncer de mama y lograron aislar las CTCs de los glóbulos blancos de la sangre. Su dispositivo es biocompatible y tiene un diseño simple que brinda una alternativa para la detección, diagnóstico y tratamiento de cáncer.

DISPOSITIVO DE GRAFENO

Actualmente se han incrementado las investigaciones referentes a dispositivos basados en grafeno para la detección del cáncer mediante el monitoreo de marcadores tumorales. La mayoría de estos marcadores son proteínas producidas por las células cancerosas y pueden encontrarse en la sangre y la orina. Algunos marcadores tumorales

están asociados con un solo tipo de cáncer; en tanto que otros se relacionan con dos o más. Por ejemplo, Zhang y colaboradores (2012) desarrollaron un dispositivo con una estructura de grafeno suspendida sobre un sustrato de silicio (ver Figura 4C). Este dispositivo detecta marcadores tumorales mediante la variación de la conductancia eléctrica (propiedad eléctrica inversa a la resistencia eléctrica) del grafeno. Estos científicos probaron su dispositivo supervisando los cambios en la conductancia del grafeno relacionados con la concentración del antígeno prostático específico (PSA), proteína que puede ser generada por células malignas de la glándula prostática. El dispositivo de grafeno de Zhang y colaboradores (2012) podría también emplearse para la detección de cáncer mediante la determinación de CTCs extraídas de una muestra de sangre de pacientes con esta enfermedad. Es posible separar las células cancerosas mediante plataformas o dispositivos microfluídicos; una vez separadas, estas células podrían depositarse en dispositivos con estructuras suspendidas de grafeno. Así, la concentración de células cancerosas se podría monitorear en función de los cambios en la conductancia eléctrica del grafeno. Estos dispositivos permitirían la detección del cáncer en su etapa inicial usando únicamente muestras sanguíneas (ver Figura 4). Además, dispositivos como el que acabamos de reseñar podrían emplearse para el diagnóstico oportuno del cáncer y como método de control de la efectividad de su tratamiento.

CONCLUSIONES

Los avances tecnológicos obtenidos con la micro y nanotecnología han permitido el desarrollo de dispositivos de grafeno y microfluídicos para aplicaciones en el sector médico. Estos dispositivos podrían ayudar en la detección y diagnóstico del cáncer usando solo muestras de sangre de los pacientes en las que detectarían la disminución o el incremento de la cantidad de células cancerosas,

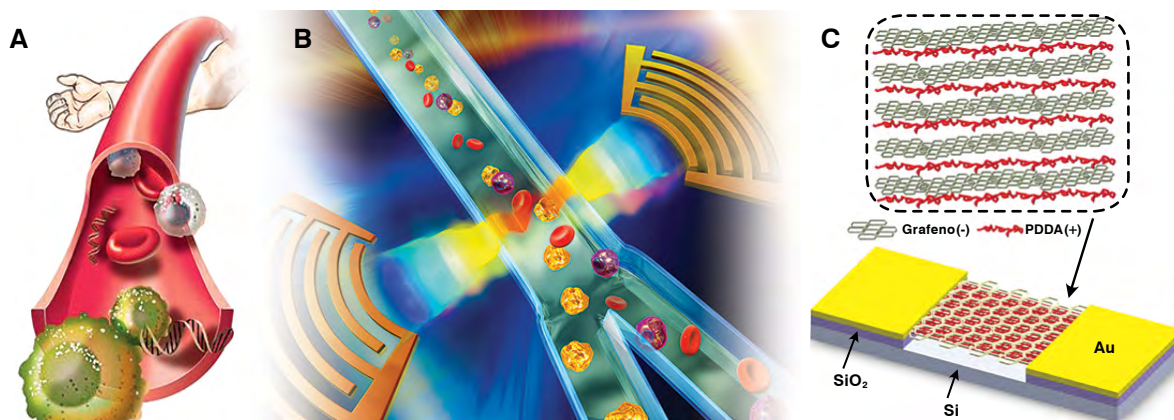


Figura 4. Esquema de una propuesta de un proceso para la detección de células tumorales circulantes (CTCs) usando dispositivos microfluídicos y de grafeno. A) CTCs en un paciente con cáncer. Imagen tomada de: <http://stm.sciencemag.org/content/5/207/207ps14>. B) Separación de CTCs usando un dispositivo microfluídico basado en ondas acústicas. Imagen tomada de: <http://news.psu.edu/story/371190/2015/09/22/research/fast-cell-sorter-shrinks-cell-phone-size>. C) Esquema de un dispositivo con una estructura suspendida con cinco capas de grafeno/PDDA (polícloruro de dialildimetilamonio). Imagen tomada de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956566311006671#fig0005>.

lo cual puede impactar en el estudio de la efectividad de los tratamientos médicos contra el cáncer. Sin embargo, se presentan muchos desafíos en la fabricación y procesamiento de la señal de los dispositivos de grafeno y microfluídicos. Además, se requiere de más investigaciones acerca del funcionamiento de estos dispositivos bajo diferentes condiciones ambientales. En un futuro, con el grafeno se podrían diseñar dispositivos portátiles, económicos y de respuesta rápida para la detección, diagnóstico y tratamiento del cáncer.

REFERENCIAS

- Autebert J, Coudert B, Bidard FC, Pierga JY, Descroix S, Malaquin L, Viovy JL (2012). Microfluidic: an innovative tool for efficient cell sorting. *Methods* 57: 297-307.
- Bidard FC, Weigelt B and Reis-Filho JS (2013). Going with the Flow: From Circulating Tumor Cells to DNA. *Science Translational Medicine* 5:1-14.
- De Quetteville H (2013). New 'miracle material' is flexible while also as hard as a diamond. Recuperado de: <http://www.businessinsider.com/theres-a-new-miracle-material-thats-flexible-while-also-as-hard-as-a-diamond-2013-6>.
- Ferreira MM, Ramani VC, Jeffrey SS (2016). Circulating tumor cell technologies. *Molecular Oncology* 10:374-394.
- Hyunmin K y Jong-Hyun A (2017) Graphene for flexible and wearable device applications. *Carbon* 120:244-257.
- Instituto Nacional del Cáncer (2016). *Cáncer Metastático*. Recuperado de: <https://www.cancer.gov/espanol/tipos/cancer-metastatico>.
- Jude (2016). Sound wave acoustic tweezers locate and isolate circulating tumor cells in liquid biopsies; could lead to less invasive cancer diagnostics and treatments. Recuperado de: <https://www.darkdaily.com/sound-wave-acoustic-tweezers-locate-and-isolate-circulating-tumor-cells-in-liquid-biopsies-could-lead-to-less-invasive-cancer-diagnostics-and-treatments-108>.
- Li P, Mao Z, Peng Z, Zhou L, Chen Y, Huang PH, Truica CI, Drabick JJ, El-Deiry WS, Dao M, Suresh S and Huang TJ (2015). Acoustic separation of circulating tumor cells. *PNAS* 112:4970-4975.
- Mills W (2015). A fast cell sorter shrinks to cell phone size. *Penn State News*. Recuperado de: <http://news.psu.edu/story/371190/2015/09/22/research/fast-cell-sorter-shrinks-cell-phone-size>.
- Organización Mundial de la Salud (2017). *Cáncer*. Recuperado de: <https://www.who.int/topics/cancer/es/>.
- Wang K, Zhou W, Lin Z, Cai F, Li F, Wu J, Meng L, Niu L, Zheng H (2018). Sorting of tumor cells in a microfluidic device by multi-stage Surface acoustic waves. *Sensors and Actuators B* 258:1174-1183.
- Zhang B, Li Q y Cui T (2012). Ultra-sensitive suspended graphene nanocomposite cancer sensor with strong suppression of electrical noise. *Biosensors and Bioelectronics* 31(1):105-109

Omar I. Nava Galindo
Facultad de Ingeniería, Universidad Veracruzana
iem.nava@gmail.com

Hugo A. León Bonilla
Instituto Tecnológico Superior de Xalapa
hugo.leon@itsx.edu.mx

Agustín L. Herrera May
Centro de Investigación en Micro y Nanotecnología, Universidad Veracruzana,
leherrera@uv.mx

CHERNÓBIL

y el fin de la naturaleza

Gabriela A. **Vázquez Rodríguez**

El hombre es fruto de la naturaleza, y de eso hemos tenido consciencia desde hace tiempo. Como atestiguan los mitos acerca de los orígenes, los humanos se imaginaron surgir del barro o del agua. A la naturaleza imaginábamos regresar tras la muerte, ya fuera a cielos por descubrir o a la tierra, al tiempo madre y hermana. La naturaleza fue misterio y conquista. Nos impusimos el mandato de desentrañarla: “¡Conquistad la tierra!”, se decretó en la Biblia. De este modo, cada territorio, planta y yacimiento que se descubría se erigieron en trofeos a la astucia y a la obstinación de quienes siguieron ese mandato. El asalto a la naturaleza la transformó, de un modo tal que esta palabra ahora tiene la pátina de una reliquia cuando salta de las crónicas de Alexander von Humboldt o de los soliloquios de Henry David Thoreau. Con la nostalgia de lo que se fue, vivimos en el Antropoceno, la era del hombre, el tiempo de una “naturaleza” que sufre nuestros excesos y conservará nuestra impronta. Se ha escrito que fueron los exterminadores de la megafauna de América quienes iniciaron esta era; otros prefieren señalar a James Watt, el artífice de la máquina de vapor. Otros atribuimos el fin de la naturaleza a la domesticación del átomo.

Conducir reacciones que modificaran los núcleos de los átomos fue uno de los logros de la ciencia y la tecnología del siglo XX. El objetivo de esta hazaña fue



© Yael Martínez. De la serie *Tierra mojada*, 2016.

terminar una guerra, y por eso costó poner en la balanza sus beneficios y consecuencias. Llegada la paz, durante un tiempo se le vio como la solución al problema de la injusticia en el reparto de combustibles padecida por algunas naciones, y no faltó quien le endilgara el rol de saciar el apetito del mundo por la energía.

El accidente que ocurrió en Chernóbil, Ucrania, el 26 de abril de 1986, volvió a demostrar el poder de la desintegración de átomos, pero esta vez no hubo beneficios que sopesar. La planta, a menos de 10 años de haber iniciado actividades, representaba el poderío de la URSS en el campo de la energía nuclear. En torno a ella se había construido la ciudad de Prípiat, con el propósito de albergar a los cientos de trabajadores que la harían funcionar. Todo en Prípiat acababa de construirse para los más de 45,000 habitantes que, de un

modo u otro, dependían de la planta de Chernóbil (Smith y Beresford, 2005).

Ese día se había programado una prueba de seguridad en uno de los reactores para averiguar los efectos de un corte en el suministro de electricidad. Una serie de casualidades y errores hizo que el reactor se sobrecalentara, se acumulara hidrógeno en él y explotara. Esto lanzó a la atmósfera el uranio que servía como combustible al reactor, así como productos de fisión. Los bomberos que fueron llamados al lugar limitaron el alcance de la explosión, pero no pudieron impedir que el reactor ardiera por diez días. Durante este tiempo se intentó sofocar el incendio y absorber la radiación arrojando desde helicópteros miles de toneladas de arena, plomo y arcilla, que fueron a su vez expulsados al aire (Peplow, 2011). Estas medidas de emergencia iniciales fueron ordenadas por una comisión del gobierno de la URSS, no para proteger a la población, sino para reestablecer

el funcionamiento de la planta (Zerbib, 2015). Esto empeoró los alcances de la catástrofe, cuyo número de víctimas sigue sin conocerse. En total, se estima que el accidente dispersó unas 300 veces la radiactividad que generó la bomba de Hiroshima (HICARE, s.f.).

Tras el accidente, los 45,000 habitantes de Prípiat fueron evacuados en autobuses que formaron una fila de 20 kilómetros de largo. Las autoridades les dijeron que se ausentarían un máximo de tres días, mas nunca pudieron regresar. Desde entonces Prípiat es una ciudad fantasma, que se deteriora con lentitud y donde aún se encuentran las pertenencias que sus habitantes no pudieron llevarse. En los meses que siguieron se conformó la Zona de Exclusión, que abarca 30 kilómetros a la redonda de la planta, y donde se prohíbe cualquier asentamiento (Smith y Beresford, 2005).

Una estructura de acero y concreto, que sería posteriormente conocida como *el sarcófago* se construyó en siete meses para cubrir el reactor y reducir la dispersión de radiación. Para esta y otras medidas de contención se convocó a un ejército de 600,000 *liquidadores*, tanto militares como civiles, quienes trabajaron sin la preparación ni el equipo de protección que la situación ameritaba. Ellos fueron las víctimas por antonomasia de Chernóbil: entre sus filas, los fallecidos e incapacitados se cuentan en decenas de miles, y fueron olvidados tras la desintegración de la URSS.

Para las víctimas y los habitantes de la zona, lo que sucedió en Chernóbil fue una amenaza que ni ellos ni nadie podían anticipar o reconocer. A diferencia de otras catástrofes, como las guerras o los terremotos, tanto el accidente en sí como sus consecuencias carecían de sustancia para la mayoría de las víctimas. A excepción de los operadores de la planta y de los bomberos que atendieron la emergencia en sus inicios, los afectados no percibieron el desastre como tal, sino las formas que adquirió a través de la evacuación de sus hogares o de los cambios que tuvieron que adoptar en su cotidianeidad. La tragedia no tenía cara, no podía percibirse a simple vista, pero alrededor de la Zona de Exclusión la vida cambió,

y una serie de prohibiciones sustituyó a los gestos de todos los días. Svetlana Alexiévich, autora de *Voces de Chernóbil – Crónica del futuro* (2016, publicado por Editorial Debate) y premio Nobel de Literatura, lo explica:

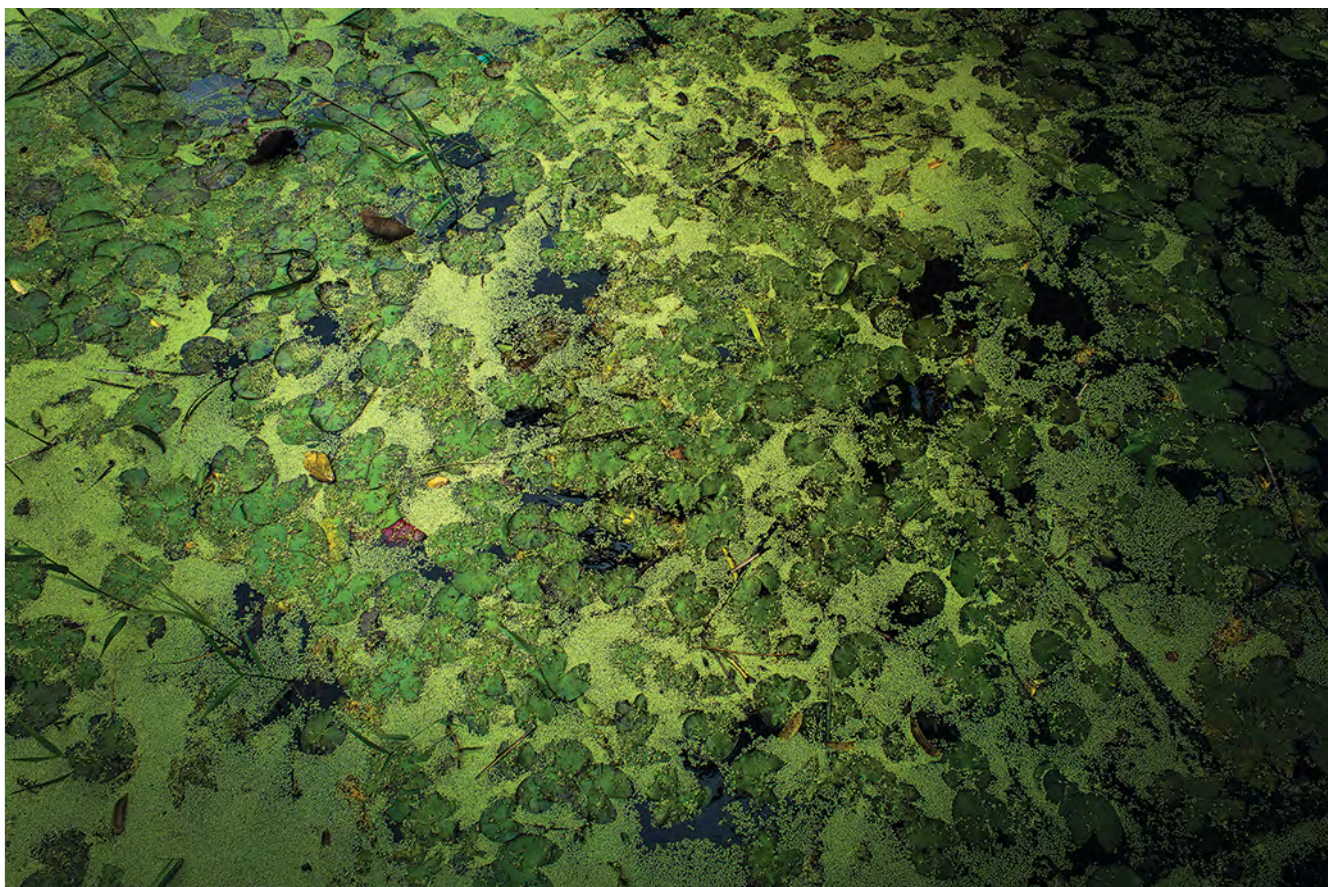
Ha cambiado la imagen del enemigo [...] Mataba la hierba segada. Los peces pescados en el río, la caza de los bosques... Las manzanas... El mundo que nos rodeaba, antes amoldable y amistoso, ahora infundía pavor.

Aunque el hogar de los pobladores de Prípiat parece seguir ahí, ha desaparecido tal como ellos lo conocieron. La belleza de los bosques persiste, como los manantiales y la claridad del cielo, pero quienes los habiten no están a salvo. Los lobos, los alces y numerosos animales parecen vivir una época dorada en la Zona de Exclusión, pues ya no los amenaza la cacería, la agricultura o la urbanización. Sin embargo, algunos de los radioisótopos liberados por el accidente seguirán presentes en la zona por miles de años, y es difícil predecir sus efectos a largo plazo. En la era del hombre, la naturaleza se vuelve contra el invasor usando las armas que este inventó.

R E F E R E N C I A S

- HICARE (s.f.). Comparison of Damage among Hiroshima/Nagasaki, Chernobyl, and Semipalatinsk. Hiroshima International Council for the Radiation-exposed (HICARE), Japón. Recuperado de: <http://www.hicare.jp/en/radiation/fc36d3fb13a402fa298b330bd2857312>.
- Peplow M (2011). Chernobyl's legacy. *Nature* 471:562-565.
- Smith J, Beresford NA (2005). *Chernobyl-Catastrophe and consequences*. Springer, Berlín.
- Zerbib JC (2015). Tchernobyl: effets sanitaires et environnementaux. *Les Cahiers de Global Chance* 37:42-62.

Gabriela A. Vázquez Rodríguez
Centro de Investigaciones Químicas
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
gvazquez@uaeh.edu.mx



© **Yael Martínez.** De la serie *Tierra mojada*, 2016.

Encuentro de saberes: el origen de la talavera de Puebla

Emma Yanes Rizo

Hasta hace algunos años, la historiografía en torno a la historia de la coloquialmente llamada talavera poblana ha considerado válidas algunas hipótesis en torno al origen de la talavera en Puebla, de autores como Barber, Leicht y los arqueólogos Lister & Lister y Goggin. Sin menospreciar los aportes de dichos investigadores en torno al tema, luego de un minucioso trabajo de compilación documental para mi tesis doctoral, así como la revisión de los últimos descubrimientos arqueológicos y análisis científico de los materiales encabezados entre otros por Patricia Fournier, José Luis Ruvalcaba y los hallazgos del INAH Puebla de piezas y tiestos en contextos sellados en el área del centro histórico, actualmente podemos llegar a grandes rasgos a las siguientes conclusiones o nuevas hipótesis, sobre cómo y porqué se asentó en Puebla el oficio de la loza es-tannífera (denominado así porque el esmalte se compone básicamente de estaño y plomo) o talavera, de mediados del siglo XVI a mediados del siglo XVII.

LA EMIGRACIÓN DE LOS PRIMEROS LOCEROS A PUEBLA DE LOS ÁNGELES

Entre los siglos XVI y XVII el principal impulso del arribo a la ciudad de Puebla de algunos loceros europeos, que pertenecían a familias de ceramistas de reconocido prestigio en España y en la hoy Italia, se debe al interés



Muestrario de talavera poblana. Museo de la Talavera, Puebla.

por ampliar su mercado, dado el auge del tráfico comercial de la metrópoli con la Nueva España. A partir de 1620 España pasa por una crisis demográfica y económica. Por su parte, la economía de la Nueva España entra en auge y se consolidan la industria manufacturera, la minería, la agricultura y la ganadería. El arribo de loceros en ese periodo a la Nueva España, y a Puebla en particular, de artesanos peninsulares fue constante y diverso, concentrando la producción de loza en maestros de origen ibérico.

El crecimiento y expansión de Puebla, como ciudad para españoles, requirió de la industria cerámica tanto para la elaboración de cañerías de barro, como de loza corriente (con esmalte de plomo), así como para la sustitución de contenedores de barro para el transporte de productos, tanto

locales como foráneos, labor a la que se dedicaron los primeros loceros. Paralelamente, el crecimiento de la propia población española y de sus descendientes forzó la satisfacción de una nueva necesidad social: la loza estannífera para emular la moda de la metrópoli.

La elaboración de la loza estannífera es un proceso complejo que requiere de dos tipos de barro, leña, fundente, plomo, estaño y óxidos diversos para los colores; uso extensivo del agua, hornos de doble cabina y fuerza de trabajo para todos los procesos. Tanto la materia prima como el agua eran de fácil acceso en Puebla debido a su ubicación geográfica. De igual manera, la ciudad contaba en sus cercanías con fuerza de trabajo indígena y acceso a los mercados de esclavos.

La loza estannífera poblana era más barata que la plata y la porcelana oriental y que la propia loza de la Península Ibérica; su clientela apreciaba



Piezas de talavera poblana. Fotografía: Enrique Soto.



Decorado tipo plumado (únicamente en color azul cobalto).
Fotografía: Enrique Soto.

de reemplazarla con la producción local, la de su “carácter propagandístico”, ya que era relativamente sencillo decorar con el esmalte estannífero las iniciales y escudos de los propietarios laicos y de las órdenes religiosas. Muy importante también fue la reproducción de imágenes religiosas en paneles cerámicos, que contribuyeron a la difusión de la devoción católica. Solo más tarde, probablemente ya en el siglo XIX, lo que conocemos hoy como talavera, pasará a ser un artículo de lujo.

Así, de mediados del siglo XVI a mediados del siglo XVII, se produjo en Puebla loza estannífera común, con menos cantidad de estaño; otra más fina, con mayor proporción de estaño y con una mejor calidad en el manejo de los materiales. Con ello los loceros cubrieron la necesidad de contenedores de barro de españoles de bajos ingresos, probablemente artesanos y agricultores, y de sus descendientes nacidos en Puebla, y también de



Esmaltes minerales para el tipo de decorado en color con pinceles de madera y pelo de cola de caballo. Fotografía: Enrique Soto.

los peninsulares adinerados y sus herederos, ya que dicha loza, básicamente “escudillas” y platos, era la que mejor se adaptaba a sus costumbres alimenticias.

LA COMUNIDAD INICIAL DE LOCEROS

La siguiente circunstancia del florecimiento de la loza estannífera en Puebla es la formación y expansión de una comunidad de loceros, a finales del siglo XVI, cuando algunos de los miembros de esa comunidad y sus descendientes pasan a constituir el gremio de loceros.

A la comunidad original y sus sucesores correspondió la enseñanza inicial de la técnica y su consolidación. Esta etapa abarcó prácticamente un siglo, con loceros provenientes de la zona de Toledo

en España, como de la hoy Italia, en particular de Génova, asentados previamente en Sevilla. La permanencia de loceros de la región toledana se inicia en 1550 en que se registra Juan de Talavera y continúa hasta 1653 con la firma de las ordenanzas por Andrés de Haro; por su parte, los oriundos de Génova asentados en Sevilla, aparecen por primera vez en 1569 con la presencia del genovés Juan Bautista Conrado y se mantiene hasta la llegada a Puebla del también genovés Juan Pizón, registrado en la ciudad de 1646 a 1658.

Desde mi punto de vista, la loza estannífera poblana tiene dos cimientos en el mismo nivel de importancia: de la región toledana en España y de los genoveses vía Sevilla. Aunque solo los primeros y sus descendientes serán quienes firmen las ordenanzas en 1653.

Esto contribuye a aclarar el equívoco de que los primeros artesanos fueron frailes mandados traer por los dominicos, como indica Barber. El libro del norteamericano Edwin Atlee Barber *The Maiolica of Mexico*, publicado en 1908,¹ es la primera investigación académica sobre la historia de la loza estannífera en Puebla. Según él, con base en las afirmaciones del cónsul norteamericano en la ciudad de México A. M. Gott Scchalk de 1908, los primeros loceros llegaron a Puebla en 1526, y lo explica así:

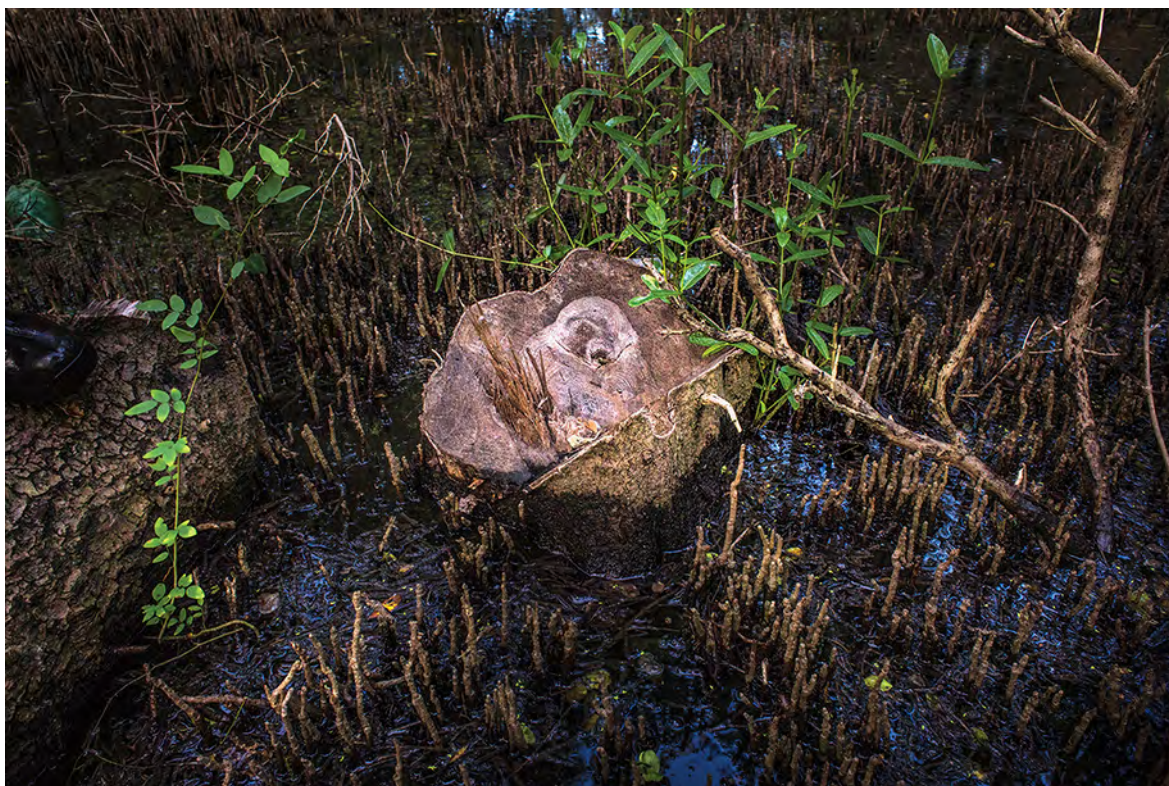
En los primeros días de la historia de Puebla los frailes dominicos, impactados por la actitud de sus colegas aztecas en la producción de la alfarería nativa y deseosos de obtener azulejos para el monasterio y la iglesia que construían, pidieron al establecimiento dominico en Talavera de la Reina, provincia de Toledo en España, los servicios de cinco o seis de sus hermanos conocedores del proceso español de la alfarería. De esa manera un grupo de dominicos familiarizados con el proceso de trabajo de la “talavera”, fueron asignados a la casa de la orden en Puebla y bajo su mando se entrenó a una generación de trabajadores, quienes por los siguientes exitosos años produjeron excelentes piezas.²

Esta afirmación es cuestionada en 1922 por Carlos Hoffman en su artículo “Verdades y errores de la Talavera Poblana”. El autor considera que no existía hasta el momento ningún documento que demostrara tal afirmación, además que desde su punto de vista los azulejos de la iglesia de Santo Domingo en Puebla y de la Capilla del Rosario, no correspondían a ese estilo decorativo.³ Esta crítica es retomada en 1939 por Enrique A. Cervantes en su libro *Loza blanca y azulejo de Puebla*.

Barber señala que “por cerca de tres siglos la ciudad de Puebla continuó como el único centro de mayólica del hemisferio occidental”, lo cual también es rebatido en su momento por Hoffman, quien demuestra la presencia de mayólica colonial en la Nueva España durante los siglos XVII y XVIII en Oaxaca, Guanajuato y Michoacán.⁴ Afirmación que desde luego ha quedado superada por las investigaciones arqueológicas de Goggin, Lister y Fournier, entre otras.

Según los documentos hasta ahora localizados, la comunidad de loceros de origen europeo asentados en Puebla se formó a partir de 1570 en torno al clan de los talaveranos Encinas-Gaytán, pero no eran frailes dominicos. Anteriormente ya hay registro de loceros de otras regiones de España. Hoy sabemos, gracias al documento de embarque de la esposa e hijos del locero Gaspar de Encinas, fechado en 1597, que localicé en el Archivo General de Indias de Sevilla, que Encinas y su esposa María Gaytán eran originarios de Talavera de la Reina y estaban casados; los vecinos de Talavera afirmaron que ambos eran viejos cristianos. Con ello se despeja la duda señalada por Enrique A. Cervantes sobre el origen de dicho artesano y las suposiciones al respecto de otros investigadores, como Margaret Connors, de su posible origen sevillano.⁵

En ese sentido, me parece que el término “talavera” para la loza estannífera poblana sí tiene fundamento histórico, pero es impreciso, ya que el apelativo en sí mismo parece excluir a los loceros sevillanos y los oriundos de Génova, también precursores de esa técnica en Puebla. Desde mi punto de vista los catálogos arqueológicos



© Yael Martínez. De la serie *Tierra mojada*, 2016.

o de piezas de museo deben tomar en cuenta esta circunstancia y denominar a dicha técnica, por lo menos para el periodo de 1550 a 1650, simplemente loza estannífera de Puebla o loza blanca, como era denominada en el período colonial, y solo como elemento didáctico agregar el apelativo o “talavera” con sus especificaciones respectivas en forma y ornamentación.

La producción de loza estannífera, según se deduce de documentos de archivo y de hallazgos arqueológicos recientes, descartan la hipótesis de Lister sobre el arribo inicial de los loceros europeos a Puebla hasta después de la inundación de la ciudad de México de 1629. Lo que parece haber ocurrido es una producción de loza paralela en ambos sitios, con la especialización en Puebla de la loza fina.

Los talleres iniciales se establecen cerca del Convento de Santo Domingo. Varios de los alfareros pertenecen a la Cofradía de Nuestra Señora del Rosario, incluido Gaspar de Encinas, que será mayordomo, y de su hermano Gabriel, quien ya en

Puebla, se convertirá en clérigo dominico. Otras cofradías fueron la del Santo Nombre de Jesús, de la Santa Veracruz, de Jesús de Nazareno y de la Santa Caridad.

UBICACIÓN DE LOS TALLERES

La zona inicial de localización de los talleres de loza en Puebla, entre 1550 y 1650 aproximadamente, estuvo determinada por la cercanía de los loceros al río de San Francisco, al abastecimiento de la materia prima y el acceso a la fuerza de trabajo indígena en la región circundante, un área además con gran potencial comercial. Y también por el vínculo de los alfareros con el convento de Santo Domingo, al que abastecen de loza y del que son cofrades.

El rectángulo quedaba a solo una manzana del río de San Francisco, al oriente, de donde se abastecían de barro y agua; en una zona cercana a los



© Yael Martínez. De la serie *Tierra mojada*, 2016.

barrios indígenas de Analco y Xonaca, ubicados en la ribera opuesta del río; y sobre las tres primeras calles del camino de Veracruz a la ciudad de México, ya dentro de la ciudad de Puebla. Al sur, los loceros se instalan sobre la calle de los Mercaderes, rumbo a la plaza principal, donde se encontraba el edificio del Ayuntamiento y la Catedral, es decir, la zona de mayor prestigio de la ciudad. Al poniente, las locerías rodeaban el convento de Santo Domingo, junto a las cañerías y las cajas de agua que lo alimentaban. Al norte los talleres colindaban con el camino que llevaba al volcán La Malinche, de donde se abastecían de leña. Al nororiente estaban cerca del barrio de Xanenetla en el cerro de Belén, donde adquirían el barro rojo. Al sureste, por último, estaba, como en la actualidad, el poblado de Totimehuacán, de donde se extraía el barro calizo.

Lo anterior modifica la hipótesis de Hugo Leicht y los Lister, respecto a la ubicación de los talleres

en el lado norponiente de la ciudad para aprovechar los vientos favorables y no molestar a los vecinos, aseveración solo válida a partir de 1650, con el crecimiento de nuevos talleres cerámicos y dada la gran densidad poblacional e industrial en la anterior zona, cercana del río de San Francisco.

LOS TALLERES Y LA TRANSFERENCIA DE TÉCNICAS CERÁMICAS

Ni las condiciones materiales, ni la existencia de una comunidad artesana hubieran sido suficientes para el establecimiento de la técnica de la loza estannífera en Puebla, sin la capacidad de los alfareros foráneos para adaptar dicha técnica a las condiciones locales, estableciendo una forma específica de organización del trabajo y de transmisión empírica de sus conocimientos. Para ello supieron aprovechar el medio físico de la región de Puebla a las necesidades de su técnica; y adecuar el saber cerámico previamente existente de los indígenas; así como adaptar las distintas formas

de trabajo de ciertas regiones de España y Génova a los talleres poblanos. Siendo esta, entonces, la otra gran circunstancia que permitió el asentamiento de los alfares. Esa transferencia de técnicas implicó: a) la mezcla de dos tipos de barro y su decantación con el sistema de piletas; b) el uso de tornos, moldes y “terrajás” para elaboración de las piezas; c) la preparación del esmalte estannífero y el uso de molinos mecánicos para tal efecto; d) la elaboración de los colores con base en el sistema de pesos y medidas y la manufactura de los pinceles de pelo animal; e) el horno de “padilla” para la preparación del esmalte y el horno de doble cámara para la quema de las piezas; f) la forma de estibar el horno y el control de la temperatura, con base en el sistema de “cobijas”, “espiigas” y “trípodes”.

Se trató entonces de una transferencia de conocimientos técnicos y no de maquinaria, dado que las máquinas-herramientas, hornos, molinos y demás instrumentos necesarios para la elaboración de la loza se construyeron en la propia ciudad de Puebla. El desarrollo de la industria manufacturera en Puebla, entre otras de hierro, madera, cobre y ladrillo, permitió a su vez la construcción de tornos, moldes, “terrajás”, hornos y molinos, para los que se usaron también materiales locales como la piedra volcánica, el barro refractario para recubrir los hornos y la “piedra mexicana” para los molinos. Por su parte, el uso ordinario del cobre permitió la elaboración del color verde; las letras de imprenta que contienen óxido de antimonio facilitaron la preparación del color amarillo; estaño y plomo estaban a la mano en algunos objetos litúrgicos; el azul cobalto fue adquirido de Inglaterra y oriente y solo ocasionalmente de minas locales.

Se trató entonces de la transferencia y adecuación local de un complejo tecnológico, es decir, de una relación de técnicas y saberes artesanales desarrollados para la obtención de un objetivo común: la pieza estannífera y su ornamentación, que obedece a su vez a la nueva necesidad social de las costumbres de mesa o de lo que Alois Riegl considera “voluntad de arte”, y no solo al uso

en la Nueva España del torno y el horno de doble cabina, como han sugerido otros autores.

LA ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

La organización laboral con base al sistema de trabajo maestro-oficial-aprendiz y la jerarquía étnica también tuvo sus particularidades. La mayoría de los loceros de la región toledana, a pesar de pertenecer a familias ceramistas, no arribaron a Puebla como maestros, al contrario de los genoveses. Fue en la Angelópolis donde los primeros ascendieron a maestros con base en la práctica laboral y sus propios criterios técnicos. E incluso contrataron en su alfar a loceros que sí ostentaban el título de maestros. Además, la transmisión de conocimientos de maestro-oficial-aprendiz no fue lineal en lo que se refiere a la relación de padres e hijos, ya que en varias ocasiones un maestro locero puso a su hijo de aprendiz con otro maestro. En general los oficiales eran contratados por un tiempo determinado, por lo que no permanecían estáticos en un solo taller. Casi siempre los maestros eran españoles, genoveses o criollos; los oficiales mestizos y el trabajo más pesado recaía sobre indígenas y esclavos, ya fueran chinos o negros. Sin embargo, la jerarquía laboral no se mantuvo estática. Hubo esclavos con categoría de oficiales; e indígenas, mulatos y esclavos chinos responsables de la ornamentación, así como maestros criollos con aprendices españoles.

A partir de 1653 se establece que los maestros loceros solo pueden ser españoles, entendido como tales también a los loceros nacidos en Puebla de padres peninsulares, ya que los 60 maestros registrados, desde ese año hasta 1690, tienen esa ascendencia. Los oficiales, por su parte, fueron en su mayoría criollos y mestizos, en tanto que los aprendices, eran casi siempre muchachos huérfanos nacidos en la ciudad de Puebla.

Partiendo de la composición humana en los talleres, podemos afirmar que la manufactura de la loza estannífera poblana de mediados del siglo



© Yael Martínez. De la serie *Tierra mojada*, 2016.

XVI a finales del siglo XVII fue multiétnica y multicultural, no solo por la presencia de trabajadores indígenas, también por la contribución de los esclavos negros y chinos, que incluso llegaron a ser oficiales o dedicarse a la ornamentación. Por ello considero que la común reivindicación de la loza o “talavera” de Puebla como un elemento de identidad, que incluye la participación del indígena, debe considerar también la participación de los esclavos negros y chinos, fundamentales para la economía novohispana.

LA DIVISIÓN DEL TRABAJO

En lo que se refiere a la división del trabajo, a diferencia de lo estipulado para los alfares de Sevilla, Talavera de la Reina, Manises y Valencia, Puebla no tuvo, al parecer, a lo largo de los siglos XVI y XVII,

una rigurosa especialización de funciones laborales. Los contratos de aprendices previos a las ordenanzas y los posteriores especifican, por ejemplo, la dedicación a “loza blanca” o “amarilla”, “pintura” o “rueda”, pero también al conjunto de esas actividades. Cabe aclarar que desde la publicación de las ordenanzas de 1653 por Edwin Barber a la actualidad ha existido confusión o mala interpretación de los historiadores, incluyendo a Manuel Toussaint, en torno a una de sus cláusulas de dichas ordenanzas, la quinta,⁶ que a la letra dice:

5/a. –Ítem: Que hayan de tener separación los tres géneros de loza fina, común y amarilla, que se entiende ollas y cazuelas y otros vasos, jarrros, colorados, no puedan hacer loza fina, ni común, menos que habiéndose examinado para ello de forma que cada uno ha de labrar, sólo el género de que se examinare, y no otro ninguno, si no es que se comprende todo en su examen.⁷

Si se lee con cuidado la cláusula se observará que especifica que para el ejercicio del oficio y la presentación de los exámenes debían existir tres tipos de especialización en el trabajo de la loza: fina, común, y “amarilla”. Pero en ningún momento se estipula, como se ha llegado a interpretar, que dentro de un mismo alfar, no pudieran existir maestros con la especialidad en los distintos tipos de loza o que un solo maestro contara con la especialidad en cada cual “si es que se comprende todo en su examen.”

La confusión anterior llevó a los historiadores a considerar que en la etapa colonial los loceros peninsulares solo tenían autorizado producir loza estannífera y los indígenas y mestizos solo loza vidriada o “amarilla”. Los primeros dentro de la traza española, los segundos en los barrios indígenas del otro lado del río. Sin embargo, analizando las ordenanzas, revisando ciertos expedientes y partiendo de algunas evidencias arqueológicas, se puede afirmar que desde mediados del siglo XVI, e incluso después de las ordenanzas de 1653, los loceros produjeron tanto cañerías de barro y loza vidriada como loza estannífera. Lo cual no era contrario a las ordenanzas. Y probablemente, de mediados del siglo XVI a principios del XVII, los ingresos obtenidos por dicha producción fue, al menos en parte, lo que les permitió a los loceros acumular capital para invertir en los talleres de loza estannífera.

De igual manera, a juzgar por el hallazgo de algunos tiestos de loza estannífera sin vidriar o *jahuate* en el área correspondiente a los barrios indígenas, cercana a los hornos de San Francisco, es probable que en los talleres de indígenas y mestizos se hicieran también piezas de loza fina y se realizara la primera quema. En ese sentido, podemos sugerir una nueva hipótesis de investigación según la cual en los talleres del otro lado del río se realizaba ocasionalmente, para los loceros de loza fina, la parte más pesada del proceso laboral.

LA PRODUCCIÓN

Como ya señalé, el inicio de la producción de loza estannífera poblana ha sido una gran interrogante

para los historiadores y arqueólogos de la cerámica a lo largo del siglo XX (Barber, Goggin, Cervantes, Lister, etc), que solo ha empezado a despejarse recientemente gracias a los nuevos descubrimientos arqueológicos y a los estudios científicos de análisis de materiales encabezados entre otros por Patricia Fournier y José Luis Ruvalcaba, gracias a lo cual hoy se sabe cuáles de los tipos cerámicos de los siglos XVI y XVII, encontrados originalmente por los Lister en la ciudad de México y atribuidos a producción española, fueron en realidad manufacturados en Puebla y la ciudad de México. De igual modo, Fournier documenta cómo otros tiestos arqueológicos para el mismo periodo, atribuidos por Lister solo a la producción de la ciudad de México, son también de manufactura poblana.

En mi tesis doctoral, con base en los últimos rescates arqueológicos del INAH Puebla, básicamente en “contextos sellados” y a nuestro propio análisis de materiales con el método PIXE, coincido con el análisis de Fournier, al que puedo agregar las siguientes consideraciones y nuevas hipótesis.

EL BARRO

En rasgos generales, de mediados del siglo XVI a mediados del siglo XVII se produjo en Puebla tanto loza común como fina. Para ambos tipos de loza se usó la mezcla de dos clases de barro, pero con mayor proporción de barro rojo, dada la presencia del hierro. Como punto de comparación en la muestra de tiestos se observó mayor cantidad de calcio, producto de una mezcla más homogénea de ambos barros. Así, al parecer hubo una paulatina adecuación en la mezcla de los barros para conseguir una mayor estabilidad de las formas cerámicas. Además, la loza común contó con barros menos depurados y granulados, al contrario de la loza fina en la que la pureza del barro es visible por la falta de arenillas. De ahí la insistencia, creo yo, de la primera ordenanza de 1653, que estipula para los dos géneros de loza que el

barro “haya de ser colado y bien apurado, para que salga con el cocimiento y perfección que requiere conforme al arte para su duración”.⁸

LAS FORMAS

Tanto en la producción de loza común como en la fina, las principales formas cerámicas fueron “escudillas” o tazones hondos y platos extendidos con ala y cierta profundidad, así como, en menor medida, jarras y especieros. Se trata de un sencillo servicio de mesa o vajilla al que ocasionalmente se agregó un platón o fuente. En general, se busca uniformar el tamaño de las “escudillas” y platos para una mayor facilidad de la producción y la estiba en el horno. De ahí que las medidas respectivas sean posteriormente estipuladas en las ordenanzas de 1653.

EL ESMALTE

En lo que al esmalte se refiere, entre 1550 y 1650 se consolidó el uso de la cubierta estannífera como lienzo, o sea el control de la base blanca. Hasta antes de 1650 la diferencia entre la loza común y la fina era poco o clara, porque no se había regulado la proporción del estaño para cada cual. Además, en algunos casos, piezas cuyas formas correspondían a la loza “amarilla” o vidriada se hacían pasar por estanníferas al aplicar una decoración propia de la loza, pero sin esmalte en el reverso. Según los análisis de PIXE hubo una gran variabilidad en la proporción plomo-estaño que tendió a uniformarse en ese periodo. Sin embargo, desde mediados del siglo XVI ya existen en Puebla piezas con los estándares de calidad establecidos por las ordenanzas de 1653 respecto a la proporción de plomo y estaño: para la loza fina una arroba de plomo y seis libras de estaño, y para la loza común una arroba de plomo y dos libras de estaño. Así, desde mi punto de vista, es posible que la necesidad de diferenciar en las ordenanzas de 1653 la existencia de tres tipos loza,

según el tipo de esmalte, provenga entonces de una práctica laboral previa que requería de una regulación óptima.

LOS COLORES

De mediados del siglo XVI a las primeras décadas del XVII el primer color en ser aplicado sobre la base estannífera fue un azul tenue, acompañado ocasionalmente con naranja, amarillo y verde como colores apenas insinuados, que pueden corresponder a la etapa talaverana bicolor y tricolor. El azul referido, según el análisis de PIXE, tuvo desde un principio como base el óxido de cobalto, a diferencia del azul de la ciudad de México del mismo periodo, que se formó de óxido de cobre y zinc en sustitución del cobalto. El naranja, por su parte, pudo obtenerse de la “piedra de riñón” guanajuatense, con un alto contenido de hierro y rubidio. Ocasionalmente se usó también para algunos detalles el amarillo, formado con óxido de antimonio. En esta etapa hay pocos registros del uso del verde, a diferencia de en la ciudad de México donde se usó en la loza común por un largo periodo de tiempo.

La aplicación en la loza estannífera poblana de la decoración policroma de los que hoy se conocen como los colores tradicionales de dicha técnica, es decir, el azul, verde, amarillo, naranja, café y negro, en una variedad de diseños o del azul sobre blanco en relieve, fue un proceso paulatino que logró consolidarse, entre otros factores, gracias al adecuado control de la temperatura en el horno, ya que cada color funde a una temperatura diferente.

Es alrededor de la segunda mitad del siglo XVII cuando se expande la policromía poblana en una variedad de formas cerámicas y propuestas decorativas, en la que el dominio de los colores verde y amarillo en una diversidad de tonalidades toma particular importancia, quizás por la facilidad de su obtención local. Desde mi punto de vista, el uso del verde y el amarillo/naranja, para abarcar en su decoración la totalidad de la pieza, es una característica peculiar de la loza poblana, distinta



© Yael Martínez. De la serie *Tierra mojada*, 2016.

de la de Talavera, Sevilla y Génova, como puede observarse en los tipos cerámicos que arrancan a mediados del siglo XVII, denominados San Luis policromo, Aucilla, Santa María y Puebla policromo. Sin embargo, esa policromía puede tener como influencia original la escuela italiana incluso vía Sevilla y Talavera.

Por su parte, alrededor de 1620 empieza a usarse en la decoración el azul fuerte en relieve, que derivará a partir de 1650 en una de las principales características de la loza poblana, que se conoce como la loza de “influencia oriental”. El azul oscuro está formado, según el análisis de PIXE, por óxido de cobalto, al que se le agregó óxido de manganeso.

ORNAMENTACIÓN

De mediados del siglo XVI a mediados del siglo XVII hemos podido detectar en los tipos cerámicos sugeridos por los arqueólogos elementos reconocibles en su ornamentación de versiones novohispanas

de Talavera de la Reina, Italia y Sevilla, como es el caso de las series talaveranas de loza fina “tricolor” y “punteada” y el “Sevilla blanco”. Pero al mismo tiempo, esta ornamentación no siempre corresponde a las formas cerámicas de las ciudades respectivas o su tipo de estiba. Por ejemplo, hay en Puebla piezas de loza fina con ornamentación talaverana, que se quemaron con el método de estiba propio de Italia y Sevilla que era con “espigas” y fueron comunes también la producción de formas sevillanas, como el bernegal e italianas, como los albarelos, que fueron decoradas a la manera de talaverana.

Por ello, a reserva de continuar con esta propuesta de investigación, creo que entre estos siglos hubo en Puebla un periodo de encuentros entre las técnicas cerámicas de Talavera, Sevilla y Génova, en el que se pasó de “la colaboración y la competencia”, indicado por Alfonso Pleguezuelo para el caso de España, al trabajo en común,



© Yael Martínez. De la serie *Tierra mojada*, 2016.

lo cual se puede detectar no solo por la composición humana de los talleres y su forma de trabajo, también en las piezas mismas.

Esta fusión de técnicas requirió de años de experiencia e intencionalidad y derivó en una loza estannífera diferente, no solo por sus formas cerámicas, preparación del esmalte y de los colores, así como de la estiba y el control del horno; también por una diversa aplicación de los motivos ornamentales y de la paleta policroma. Este conjunto de saberes artesanales logró concretarse, al menos en parte, a lo largo de dicho siglo, por la transmisión de conocimientos técnicos de manera oral y visual, y también al ser estipulado por escrito en rasgos generales en las ordenanzas de 1653. Ese salto cualitativo permitirá consolidar el desarrollo posterior de la técnica de la loza estannífera hasta el presente, ya que

independientemente del grado en que las ordenanzas se cumplieron o no por el conjunto de los alfareros, estas se volvieron un punto de referencia imprescindible.

Por ello considero que la historia de la loza estannífera poblana en el periodo referido puede interpretarse como el siglo de los encuentros y de la adaptación tecnológica. El siglo de la búsqueda del control de la técnica y de la estabilidad de las formas, que hará posible posteriormente el dominio de la paleta policroma para satisfacer al cada vez más exigente gusto novohispano.

EL MÉTODO PIXE

El método PIXE, *Particle Induced X-ray Emission* (Partículas Inducidas por Emisión de Rayos X), es una técnica basada en aceleradores de partículas para el análisis de materiales con rayos X. No afecta al objeto de estudio y por lo tanto es particularmente

útil para analizar obras de arte. Según el físico Javier Miranda: “En ella se hace chocar un rayo o haz de partículas producido por un acelerador (protones o núcleos de helio, por ejemplo), sobre la muestra que se desea estudiar. Como producto de esos choques, los átomos de la muestra emiten radiación en forma de rayos X. La energía de estos es característica de cada elemento químico, es decir, como su huella digital. El número de rayos X indica además qué cantidad de dichos elementos hay en la muestra”.⁹

El PIXE, a su vez, otorga información sobre muchos elementos químicos al mismo tiempo y no es invasivo de la muestra estudiada, de ahí que resulte de suma utilidad para el estudio de los materiales que conforman las piezas de arte y, en particular, en lo que se refiere a la mayólica para el análisis de pastas, esmalte y colores.

México cuenta con tres aparatos o aceleradores de partículas, dos de ellos en el Instituto Nacional de Investigación Nuclear y uno en el Instituto de Física de la UNAM denominado *Tanden Pelletron*, con un grado de confiabilidad en su información de 90 %, mismo que se utilizó para la tesis doctoral, bajo la asesoría y colaboración del doctor José Luis Ruvalcaba, especialista en la materia.¹⁰

ARCHIVOS CONSULTADOS

Archivo General Municipal de Puebla (AGMP).

Archivo General de Indias, Sevilla (AGI).

Archivo General de la Nación, México (AGN).

Archivo General de la Notarías del estado de Puebla (AGNP).

Archivo Histórico Judicial del INAH, Puebla (AHJP).

Archivo Histórico Municipal de Puebla (ARHIMP).

Archivo del Registro Público de la Propiedad y del comercio del estado de Puebla (ARPP Y CP).

Archivo del Sagrario Metropolitano de Puebla (ASMP).

Centro de Estudios de Historia de México, grupo Carso (CEHM-CARSO).

Portal de Archivos Españoles (PARES).

¹ Edwin Atlee, Barber, *The Maiolica of Mexico*, Filadelfia, Pensilvania Museum, 1908. El estadounidense Edwin A. Barber (1851-1916) es a principios del siglo XX un experto en cerámica primitiva y director del *Pennsylvania Museum and school of industrial art*. Continuando con el tema de la mayólica Barber publica en 1911 el *Catalogue of Mexican Maiolica Belonging to Mrs Robert W De Forest: Exhibite by The Hispanic Society of Americ*, The Hispanic Society of America, 1911. Y en 1915: *Mexican Maiolica in the Collection of the Hispanic Society of America*, The Hispanic Society of America. Entre otras de sus publicaciones sobre cerámica destacan: *Marks of American Potrees*, Patterson and White Company, 1904; *Salt Glazed Stoneware Germany Fladers England and the United State*, Doubleday, Page and Company, 1907; *Tin enamelled Pottery: Maiolica, Delft, and Other Stammers Faience*, Doubleday, Page and Company, 1907; *Lead Glazed Pottery*, Doubleday, Page and Company, 1907.

² Edwin A. Barber, *op. cit.*, p. 50. Traducción de Sergio Mastretta.

³ Carlos Hoffman, *op. cit.*, p. 622. Carlos C. Hoffman (1876-1942) fue un naturalista alemán que se dedicó en México fundamentalmente al estudio de los artrópodos. Fue catedrático de la UNAM e investigador del Instituto de Biología de la misma universidad. Su interés en la “talavera poblana” fue el de documentar la falta de “rigor científico” en el análisis de Edwin A. Barber.

⁴ Carlos Hoffmann, *op. cit.*, pp. 627 y 628.

⁵ *Loza poblana: the emergence of a mexican ceramic tradition*, by Margaret E. Connors McQuade. A dissertation submitted to the Graduate Faculty in Art History in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy, The City University of New York, 2005., p. 56.

⁶ Manuel Toussaint, *Arte Colonial en México*, *op. cit.*, pp. 280-81.

⁷ Enrique A. Cervantes, *op. cit.*, tomo I, p. 23.

⁸ Enrique A. Cervantes, *op. cit.*, tomo I, p. 22.

⁹ En www.fisica.unam.mx, acelerador de partículas, junio 2012.

¹⁰ Sobre la utilidad del método PIXE para el estudio de piezas arqueológicas y de arte, véanse los artículos de José Luis Ruvalcaba, “Los aceleradores de partículas y sus aplicaciones en arqueología e historia” en *La experiencia mexicana en aceleradores de partículas, investigación y beneficios en la sociedad mexicana*, Ma. De la Paz Ramos Lara (coord.), UNAM / Siglo XXI, México, 2004. “PIXE. Analysis of pre-Hispanic Items from ancient America en X-rays” en *Archaeology*, G. Demortier, I. Nakai (coord), Springer, 2005, Dordrecht. pp. 123-44. “Las técnicas de origen nuclear: PIXE y RBS” en *La ciencia y el arte*, M. A. Egido y T. Calderón (coord.), Instituto del Patrimonio Histórico Español, IPTE-CSIC, Madrid, 2008, pp., 151-172.

Emma Yanes Rizo
Dirección de Estudios Históricos
Instituto Nacional de Antropología e Historia
emmarizo@hotmail.com



© **Yael Martínez.** De la serie *Tierra mojada*, 2016.

Ciencia a TIEMPO

UN ANTIINFLAMATORIO DE USO COMÚN EN MÉXICO AFECTA LA MEMORIA Y EL APRENDIZAJE

Tras someter a un grupo de ratas a periodos prolongados de estrés, el equipo científico del Laboratorio en Neurofisiología Experimental de la Facultad de Ciencias Biológicas encontró deficiencias en sus capacidades de memoria y aprendizaje, ocasionadas por la disminución en la longitud de las dendritas, que son los puntos de contacto entre neuronas para enviar y recibir información. Es decir, en la densidad y tamaño en las conexiones de las células responsables de la funciones del sistema nervioso.

Esta modificación en la red neuronal también es generada por un antiinflamatorio recetado con frecuencia en México, para tratar desde un dolor de garganta: la dexametasona.

Los resultados de ambos tipos de estrés (el natural y el artificial por la administración del fármaco) fueron comparados en poblaciones de machos y de hembras. En el primer grupo hubo una reducción aproximada de 25 por ciento de las espinas dendríticas y de la densidad de ramificaciones, mientras que en hembras se presentó una mucho menor, de apenas 10 por ciento.

INVESTIGACIÓN A FAVOR DE LA PRESERVACIÓN DEL PATRIMONIO BIOCULTURAL DE MÉXICO

Ante la necesidad de fortalecer el tema del patrimonio biocultural en la agenda política nacional, el grupo de investigación Biodiversidad, Alimentación y Cambio Climático del Instituto de Ciencias es uno de los 28 nodos académicos del país que conforman la Red Temática sobre el Patrimonio Biocultural de Conacyt.

Como parte de su labor, los científicos desarrollan proyectos con comunidades campesinas e indígenas del estado, enfocados en este tema. Por ejemplo, en la comunidad de San Bernardino Tepenene, municipio de Tzicatlacoyan, se han realizado obras de captación de agua de lluvia

para uso casero, se ha promovido la agricultura en invernadero y aprovechamiento de residuos orgánicos, como abono.

Además, recientemente el grupo de investigación estableció contacto con campesinos de la localidad de San Martín Tlamapa, en el municipio de Santa Isabel Cholula, para trabajar los rubros de agricultura orgánica y reconstrucción del tejido social.

FABRICAN SILLAS DE RUEDAS PARA PERROS

Alumnos de la Facultad de Ciencias de la Electrónica (FCE) diseñaron prototipos de sillas de ruedas para perros, para que aquellos que perdieron el funcionamiento de sus extremidades, puedan volver a moverse con facilidad. Su fabricación es a base de materiales reciclados, como tubos de PVC y ruedas de bicicleta, que reducen significativamente su costo.

Los prototipos de las sillas (hecha con los tubos) son colocados sobre el cuerpo del perro y este es sujetado en la parte del estómago por un arnés, de modo que las patas delanteras (en este caso) queden libres para caminar, y la parte inferior del cuerpo puede moverse con la ayuda de las rueditas.

Uno de estos prototipos fue donado al Hogar Canino Vida Nueva, asociación dedicada a rescatar y brindar atención a perros de la calle. Además, otras seis sillas de ruedas serán entregadas al albergue Milagros Caninos, en la CDMX.

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

Libros



RESISTENCIA
UN AÑO EN EL ESPACIO
SCOTT KELLY
Debate
Barcelona, 2018

Casa del Libro nos ofrece para 2018 una selección de lecturas alrededor de la ciencia de la que les suministramos una probadita para, como se dice, abrir boca.

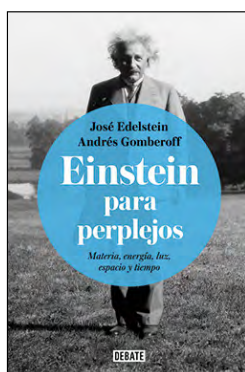
En primer término *Resistencia*, de Scott Kelly, una advertencia de que no está del todo comprado nuestro boleto a Marte –digo, como civilización–, pues antes de sentirse a sus anchas en el planeta rojo el ser humano debe aprender a sobrevivir en el espacio, dicho por un autor que como pocos puede hablar de este tema, pues Scott Kelly, como astronauta de la NASA, es el hombre que más tiempo ha pasado en el espacio, 340 días, durante los cuales ha visto y vivido cosas que prácticamente ninguno de nosotros veremos o experimentaremos nunca.

A través de su increíble historia, Kelly nos revela un entorno claramente hostil al ser humano y los retos más extremos que tuvo que afrontar: los devastadores efectos corporales, la tristeza y

la soledad que conlleva estar separado de los seres queridos, el total y absoluto aislamiento de todas las comodidades terrestres, los catastróficos riesgos de chocar contra basura espacial y, aún peor, la amenaza angustiante de ser incapaz de ayudar si algo malo ocurre en casa.

En *Resistencia*, una lectura a la que no le falta nada en sus 448 páginas, la humanidad, la compasión, el sentido del humor, el entusiasmo y la determinación de este héroe moderno resuenan en cada una de sus palabras. Su mensaje es una fuente de inspiración para generaciones futuras y su relato personal cautiva desde la primera página.

Un libro ejemplar sobre el triunfo de la imaginación humana, la fuerza de voluntad y las maravillas infinitas de la galaxia, apunta la redacción de Casa del Libro.



EINSTEIN PARA PERPLEJOS

JOSÉ EDELSTEIN Y ANDRÉS GOMBEROFF

Debate

España, 2018



TU CEREBRO Y LA MÚSICA

DANIEL J. LEVITIN

RBA Libros

España, 2018

Otra recomendación estelar de Casa del Libro es un absorbente y entretenido recorrido por la vida y obra de Albert Einstein, ese modelo universal de la inteligencia, la humanidad y la imaginación. Un hombre que difícilmente podría ser más célebre y famoso, del que sin embargo desconocemos casi siempre los pormenores de su contribución científica.

En *Einstein para perplejos*, José Edelstein y Andrés Gomboroff buscan revertir esta situación. Para ello abordan el contexto histórico e intelectual en el que se originaron las ideas de Einstein y también el legado que dejó tras su muerte, mostrándonos en su tiempo –y en el nuestro– a un científico que, entre otras teorías, predijo hace cien años la existencia de ondas gravitacionales que recientemente han revolucionado a la astronomía, apunta Casa del Libro en su recomendación.

Este contundente libro sobre el premio Nobel, de 288 páginas, nos instruye y divierte con un planteamiento para cualquier lector interesado en su pensamiento pues, como se afirma, “hablar de él es hablar de la humanidad que hay en la ciencia, idioma universal de los seres humanos”.

La tercera propuesta del 2018 que nos hace Casa del Libro en su catálogo virtual es *Tu cerebro y la música*, que busca desvelar una sospecha que todos los melómanos nos hemos planteado alguna vez en la vida: ¿por qué me gusta esto y no aquello?, ¿qué hace que me entristezca o que mejore mi ánimo con el simple hecho de escuchar música?

La música, como el lenguaje, forma parte de lo más profundo de la naturaleza humana, estima la recomendación de Casa del Libro. Escuches a Bach o a Bono, la música tiene un papel muy significativo en tu vida. ¿Por qué la música despierta distintos estados de ánimo? Levitin se sirve de la neurociencia más avanzada y de la más rigurosa psicología evolutiva para ofrecernos respuestas. Recurriendo a las últimas investigaciones y con ejemplos de piezas musicales que van desde Mozart hasta Van Halen, pasando por Duke Ellington, Levitin desvela multitud de misterios. ¿Tenemos un límite para adquirir nuevos gustos musicales? ¿Qué revelan los escáneres sobre las respuestas del cerebro a la música? ¿Nuestras preferencias musicales se determinan en el útero?

Bueno, las respuestas no te las podemos dar aquí, de ahí nuestra recomendación para tus lecturas de este año.



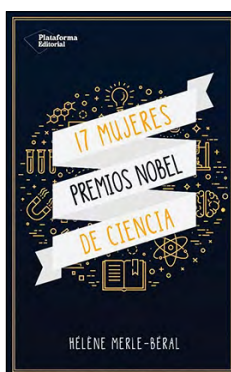
LA NATURALEZA DE LOS SUEÑOS
CEREBRO, MENTE Y CULTURA

**ALEJANDRA ROSALES-LAGARDE, JOSÉ LUIS DÍAZ,
MARKUS F. MÜLLER, ANABEL JIMÉNEZ-ANGUIANO (EDS.)**

Ed. Herder
México, 2017

La presente obra está dedicada al tema del sueño desde tres áreas del conocimiento: la biológica, la psicológica y la social. El estilo de los textos es formal y académicamente riguroso, pero los modelos, las teorías y los resultados científicos se presentan de manera clara y accesible. De este modo, los elementos y términos técnicos se explican con detalle en el cuerpo del texto o en pies de página y figuras.

La naturaleza de los sueños abre el telón con los estudios introductorios de José Luis Díaz Gómez y Enrique Soto Eguibar, para dar lugar a los ensayos del área biológica. En esta primera parte, el libro cuenta con textos de María Corsi-Cabrera, Lourdes Cubero Rego, Fructuoso Ayala-Guerrero, Rodolfo Cebreros Paniagua, Anabel Jiménez-Anguiano, Óscar Prospero García y Markus F. Müller, entre otros. Posteriormente, en la segunda parte, aparecen los estudios de Alejandra Rosales-Lagarde, Rafael J. Salín-Pascual y Gabriela Aguilar Dávila. Y por último, en el área social, la cual también incluye textos sobre los sueños en el arte y las humanidades, se presentan los ensayos de Mercedes de la Garza Camino, Fernando Chico Ponce de León, Jean-Philippe Jazé, Jorge Comensal, Miguel Ángel Sebastián, Juan Carlos González González y Ernesto Sosa



17 MUJERES: PREMIO NOBEL DE CIENCIA

HELENE MERLE

Plataforma
España, 2018

Un libro sobre el género en la investigación científica, que en 2017 los premios Nobel de la Academia de las Ciencias Sueca volvieron a recaer... adivinaste, solo en científicos de género masculino. De acuerdo con algunos expertos, hay al menos tres explicaciones para ello: la opresión y discriminación objetiva hacia ellas, los estereotipos que las hacen creer que no tienen capacidades para ser científicas y la propia internalización de ese estereotipo.

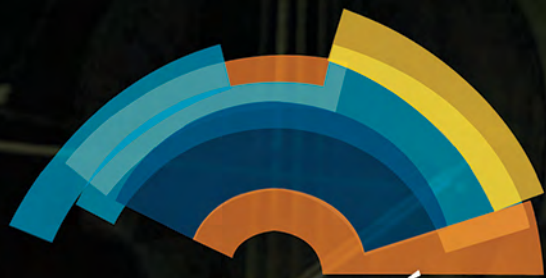
Este libro de la médica y profesora de hematología de la Universidad Pierre y Marie Curie de París, Hélène Merle-Béral, especialista en leucemias crónicas en adultos, presenta las trayectorias, casi siempre sorprendentes, de estas 17 mujeres que alcanzaron la excelencia en un medio que fue y sigue siendo en gran medida masculino.

17 mujeres: premio nobel de ciencia, de 312 páginas, publicado apenas en febrero de 2018, es la ocasión de reflexionar sobre la importancia cultural y social del género en la investigación científica.

© Yael Martínez. De la serie *La sangre y la lluvia*, 2017.







5 FILARMÓNICA
de **MAYO**
DIRECTOR: FERNANDO LOZANO

— D O S —

OBRAS MAESTRAS DEL ARTE LÍRICO

M A Y O

EL MURCIÉLAGO

OPERETA EN TRES ACTOS. MÚSICA DE JOHANN STRAUSS JR.

VIERNES 18, 19:00 HORAS. DOMINGO 20, 12:00 HORAS

J U N I O

PAYASOS

ÓPERA EN DOS ACTOS. MÚSICA Y
LIBRETO DE RUGGERO LEONCAVALLO

VIERNES 8, 19:00 HORAS. DOMINGO 10, 12:00 HORAS

AUDITORIO DE LA REFORMA
(Zona Histórica de Los Fuertes)



PUEBLA
Sigue

SECRETARÍA
CULTURA Y TURISMO
GOBIERNO DE PROGRESO

PUEBLA
ES MI DESTINO
www.PUEBLA.travel