CIENCIA Y CULTURA

elementos

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA • No. 107 • Vol. 24 • julio - septiembre 2017 • $40.00

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

00107
7 52435 06402 6
EXHIBIR HASTA EL 30-SEPT-2017

Crónicas del Antropoceno: el Arrecife Osborne | ¿Cuál Apocalipsis? Un análisis crítico sobre teorías del abandono de Cholula | Ciencia y vocación territorial en Chile. Entrevista | Quimiogenética basada en receptores acoplados a proteínas G | Los ojos del maíz como guía de la visión chamánica | Cada cosa es sagrada: una historia de monjas | La medicina homeopática en el siglo XXI | Obra gráfica Antonio Álvarez Morán

Retrato alterado d' Sor Maria d'la Luz d' **LA PASION DE CRISTO**
posó para su pintor el 24 d Mayo 2014 a los 218 años y un dia d' su edad

BUAP

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA
rector, José Alfonso Esparza Ortiz
secretario general, René Valdiviezo Sandoval
vicerrector de investigación y estudios de posgrado, Ygnacio Martínez Laguna

ELEMENTOS
www.elementos.buap.mx
revista trimestral de ciencia y cultura
número 107, volumen 24, julio-septiembre de 2017
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, Antonio Álvarez Morán
1ª y 4ª de forros, © Antonio Álvarez Morán. Autorretrato con madres, 1992-2016
2ª de forros, © Antonio Álvarez Morán. *Retrato alterado de Sor María de la Luz*, 2014
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
Certificados de licitud de título y contenido 8148 y 5770
ISSN 0187-9073

CONACYT ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

CC BY

© Antonio Álvarez Morán. *Santa Rosita*, 2016.

S U M A R I O

Crónicas del Antropoceno: el Arrecife Osborne — 3
Gabriela A. **Vázquez Rodríguez**

¿Cuál Apocalipsis? Un análisis crítico sobre teorías del abandono de Cholula — 9
Geoffrey G. **McCafferty** y Jolene **Debert**

Ciencia y vocación territorial en Chile — 17
Entrevista a Guido Girardi
Leopoldo **Noyola**

Quimiogenética basada en receptores acoplados a proteínas G, una plataforma para las neurociencias — 29
Catalina **Valdés Baizabal**

Los ojos del maíz como guía de la visión chamánica — 37
Antonella **Fagetti**

Cada cosa es sagrada: una historia de monjas — 46
María **Villatoro,** la Textoservidora

La medicina homeopática en el siglo XXI — 53
Thomas **Scior** y Héctor H. **Pérez Ramírez**

Ciencia a tiempo — 61

Libros — 63

© **Antonio Álvarez Morán.** *Retrato-territorio de santa Clara de Asís,* 2013.

Crónicas del Antropoceno:
el Arrecife Osborne

Gabriela A. **Vázquez Rodríguez**

ARRECIFES NATURALES Y ARTIFICIALES

Un arrecife (del vocablo hispano-árabe *arrasíf*, que significa "empedrado") es una estructura, usualmente coralina o rocosa, que se encuentra cerca de la superficie del mar. Por extensión, los arrecifes también se refieren a las comunidades de peces, algas e invertebrados que los habitan. Representan uno de los ecosistemas más valiosos de la Tierra, ya que su enorme biodiversidad, en el caso de los arrecifes coralinos, es comparable a la de los bosques tropicales. Además, prestan servicios ambientales nada despreciables, como proveer alimento a millones de personas, disipar la energía de tormentas tropicales y tsunamis, fijar dióxido de carbono atmosférico y ofrecer sitios de belleza incomparable. En suma, se estima que los servicios de los arrecifes mundiales valen unos 375 mil millones de dólares al año. Nada mal, si consideramos que no representan siquiera el 0.01 % de la superficie terrestre (NOAA, 2008).

Los arrecifes artificiales, por su parte, son estructuras sumergidas o construidas para conseguir uno o más de estos servicios, por lo general la protección de costas y playas de la erosión. Los primeros quizás fueron construidos por la civilización persa en el Río Tigris, hace dos mil años, para protegerse de incursiones piratas. Dado que proporcionan un hábitat estable para la vida marina, también permiten incentivar la pesca recreativa

y cultivar especies de interés comercial. Algunos arrecifes artificiales de Japón, por ejemplo, se han dedicado al cultivo de ostras productoras de perlas. Otros se construyeron con fines puramente turísticos, ya sea para generar olas propicias para el surfeo (como los arrecifes de Cables y Bagarra, en Australia) o para atraer a buzos y entusiastas del *snorkel.* Algunos de estos últimos fueron diseñados y construidos por artistas, como los que se encuentran en el Museo de Arte Subacuático, en el Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc, en el Caribe mexicano. Así, aunque se construyen desde hace varios siglos, los arrecifes artificiales son muestra de que la alteración del ambiente que caracteriza al Antropoceno ("la era del hombre") se extiende desde las profundidades submarinas hasta el espacio exterior.

UN ARRECIFE... DE BASURA

En 1967, Broward Artificial Reef Inc., una organización de pescadores sin fines de lucro, emprendió el proyecto de construcción de un arrecife en Broward County, Florida (E.U.A.), a partir de llantas usadas. El objetivo principal era crear un hábitat que aumentara la pesca comercial y recreativa en un área plana situada a 20 metros de profundidad y entre dos arrecifes naturales, al sureste de la península. Asimismo, se buscaba emplear un material de bajo (en este caso, nulo) costo para la construcción del arrecife y al mismo tiempo disponer "productivamente" un residuo muy abundante (Sherman y Spieler, 2006). El proyecto, encabezado por Ray McAllister, profesor de Ingeniería Oceánica de la Florida Atlantic University, fue financiado por el gobierno de Broward County y respaldado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los E.U.A. Con ayuda de numerosas empresas, entre ellas la Goodyear Tire & Rubber Co., que aportó una gran parte de las llantas, estas se unieron en grupos de ocho con pinzas metálicas y se arrojaron al mar (Figura 1). La población local

Figura 1. Barcaza con llantas usadas antes de zarpar. Fotografía de dominio público tomada en 1967 por el Departamento de Planeación y Protección Ambiental de Broward County, Florida, E.U.A.

contribuyó con entusiasmo al proyecto: se organizaron centros de acopio de llantas y numerosos voluntarios llevaron las propias en paseos familiares. Para 1973 se habían depositado alrededor de dos millones de llantas en un área de 150,000 m^2 que más tarde se conocería como el Arrecife Osborne. Goodyear arrojó una llanta dorada para "bautizar" el lugar, para el que se auguraba una productividad pesquera tres veces mayor.

Esto no ocurrió. La corrosión terminó rápidamente con las pinzas que mantenían unidas las llantas, y la marea y las frecuentes tormentas tropicales de la zona se encargaron de dispersarlas. Nadie previó que las llantas sueltas fueran tan móviles (de hecho, algunas han alcanzado playas tan lejanas como las de Carolina del Norte), y que impulsadas por las mareas dañarían los escasos arrecifes naturales de la zona. Otras simplemente se han hundido total o parcialmente en la arena, mientras que la vida marina alrededor es escasa. A diferencia de algunos peces y algas que sí llegan a colonizar limitadamente las llantas, las especies formadoras de coral permanecen ausentes. Más de cuarenta años después del inicio de su construcción, lejos de convertirse en una atracción turística, el arrecife es un cementerio de basura (Figura 2).

Frente al fracaso evidente del Arrecife Osborne, en 2001 se lanzó un programa de remediación del sitio. Desde entonces se han sucedido varios proyectos, que hasta agosto de 2016 habían logrado remover 207,843 llantas con la ayuda de buques, buzos entrenados para localizarlas e izarlas

Figura 2. Arrecife Osborne. Fotografía de dominio público tomada en 2007. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tires540.jpg

a la superficie, y un presupuesto aproximado de 17 dólares por cada llanta, entre otros aspectos (Florida Department of Environmental Protection, 2016). El proyecto de remediación del sitio sigue en marcha.

LAS CAUSAS DEL DESASTRE

Hay que mencionar que el Arrecife Osborne no es el único construido con llantas. Solo en los Estados Unidos existen más de mil de ellos, y también se les encuentra en Israel, Malasia, Portugal y Ucrania, entre otros países (Figura 3). Japón es líder mundial al respecto, ya que ha sumergido más de 20 millones de metros cúbicos de llantas para intentar satisfacer su enorme demanda de productos pesqueros

Figura 3. Llantas usadas en la construcción de un arrecife en el golfo de Odessa, Ucrania, en 1985. Fotografía tomada de http://reefsproject.net/article-example-2/.

(Endangered Species International, 2015). Sin embargo, la historia del arrecife Osborne es emblemática; representa a la perfección lo que sucede cuando una idea bien intencionada se materializa sin que se estudien previamente en el laboratorio sus posibles consecuencias ambientales. En un comunicado de prensa de 1972, Goodyear proclamó que las llantas eran idóneas para construir arrecifes, y nadie pareció preocuparse por corroborarlo. Aunque el evidente sesgo de la empresa no es inusual, sí lo fue el apoyo que el proyecto recibió por parte de distinguidos académicos.

Una de las causas de que las llantas sean un sustrato tan pobre para el establecimiento de arrecifes es que liberan compuestos tóxicos con el potencial de afectar a las comunidades marinas. Aunque las llantas modernas tienen una composición muy variada, aproximadamente la mitad de su peso se integra por una mezcla de caucho natural (biopolímero del isopreno que se extrae de árboles tales como *Hevea brasiliensis, Castilla elastica* o *Ficus elastica*) y de caucho sintético (que puede ser polibutadieno o mezclas de butadieno y estireno). El caucho natural aporta elasticidad, mientras que el sintético contribuye a la estabilidad térmica. Durante el proceso de vulcanización, las cadenas poliméricas se entrecruzan con azufre a alta temperatura y presión, con la finalidad de originar moléculas más voluminosas que restringen el movimiento molecular. Para lo anterior se agregan activadores (como el óxido de zinc y el ácido esteárico), aceleradores (como sulfenamidas o benzotiazoles), fibras textiles y por supuesto azufre. Además se adicionan carbón negro, aceites, antiabrasivos, antioxidantes, plastificantes, fibras textiles y acero. En resumen, una llanta puede contener más de un centenar de sustancias.

Durante su vida útil, que en promedio es de 40,000 kilómetros, las llantas pierden cerca de un tercio de su masa. Esta se emite principalmente en forma de partículas sólidas pequeñas que se depositan cerca de las vías de transporte, mientras que una mínima parte se libera en forma gaseosa

o de partículas atmosféricas suspendidas. Se estima que en los Estados Unidos las llantas generan más de 500 millones de kilogramos de partículas al año (Wik y Dave, 2009). Una vez desechadas, las llantas están sujetas a la acción del agua, o de su peor enemigo después de la abrasión, el ozono atmosférico: este reacciona con los dobles enlaces de las cadenas poliméricas, las rompe y produce grietas. Así, todos los productos que se incorporaron a las llantas pueden liberarse al medio. De estos, preocupan principalmente metales pesados como el zinc (que representa el 1 % del peso de la llanta), el cadmio y el plomo, así como ciertos aditivos orgánicos. Entre los compuestos orgánicos que las llantas liberan al agua se han identificado benzotiazoles, ftalatos, fenoles e hidrocarburos (Sarasa y cols., 2006); tanto los primeros como los segundos destacan por su persistencia ambiental y por su actividad biológica (*e.g.*, los benzotriazoles se degradan muy lentamente, son alergénicos y posiblemente mutagénicos; Liu y cols., 2016). La toxicidad de los lixiviados de llantas hacia organismos acuáticos se ha atribuido al zinc y a algunos compuestos orgánicos como benzotiazoles, ftalatos e hidrocarburos aromáticos policíclicos (Wik y Dave, 2009).

La cantidad de compuestos liberados depende de la composición química de la llanta, y del medio y las condiciones en que se realizaron los ensayos, entre otros factores. En particular, influye el tamaño de los especímenes con que se experimente, es decir, si se trata de llantas completas, en tiras, trituradas o hechas polvo. En términos generales, se ha encontrado que las partículas pequeñas generan lixiviados más tóxicos, que la liberación de metales pesados es mayor si los ensayos se llevan a cabo en medio ácido, y que los compuestos orgánicos se liberan más lentamente que los metales.

Por tales motivos, desde hace algunos años se han multiplicado los proyectos de remediación de los sitios marinos afectados por llantas sumergidas. En Francia, en 2015, se lanzó un proyecto para remover parte de las 25,000 llantas que se colocaron en el Mediterráneo en la década de 1980. En la primera etapa del proyecto solo se removieron cerca de 2,500 llantas, y el costo de remoción de cada una de ellas fue de 105 euros (Agence des Aires Marines Protégées, 2015).

¿QUÉ HACEMOS CON LAS LLANTAS?

Queda el problema de las llantas usadas. Por una parte, es necesario evitar que los contaminantes que contienen alcancen pozos de abastecimiento o ecosistemas sensibles. Si se les dispone en condiciones inadecuadas, las llantas pueden servir como nidos para vectores transmisores de enfermedades como el dengue, el chikungunya o el zika; además, por su elevado poder calorífico, representan un riesgo constante de incendios. Por consiguiente, en México, las llantas usadas son consideradas residuos de manejo especial por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, la cual "prohíbe su disposición final en predios baldíos, barrancas, cañadas, ductos de drenaje y alcantarillado, en cuerpos de agua y cavidades subterráneas" (Diario Oficial de la Federación, 2014).

Por otra parte, debemos encontrar alternativas para disminuir el ingente volumen que este residuo representa. En México se generan 40 millones de llantas usadas al año; de estas, se recicla o aprovecha solamente el 5 % (Agencia Informativa CONACYT, 2015). Luego de que se separan tres fracciones principales de las llantas (el caucho, la fibra textil y el acero), el caucho separado se coincinera, básicamente para producir cemento, o bien se tritura para fabricar impermeabilizantes, suelas para calzado, asfalto y pisos, entre otros productos. Estas acciones de reciclaje son insuficientes para las cantidades de llantas usadas que se producen en nuestro país y en el mundo (cerca de 14 millones de toneladas en 2013; Machin y cols., 2017), y que según las estimaciones basadas en el crecimiento del parque vehicular seguirán incrementándose (Constantinescu, 2012). El reciclaje de las llantas como tales, es decir, para

fabricar llantas de nuevo, es otra promisoria alternativa que quizás esté a la vuelta de la esquina. Para ello se ha propuesto sustituir el butadieno por ciclopenteno, el cual permite sintetizar un polímero que, una vez usado, puede descomponerse a temperaturas moderadas (40-50 °C) y restituir sus componentes originales para fabricar llantas nuevas. Esta propuesta aún está en fase experimental (American Chemical Society, 2016).

CONSIDERACIONES FINALES

El seguimiento a largo plazo de los arrecifes artificiales muestra que tienen el potencial de proporcionar algunos de los servicios ambientales que los arrecifes naturales prestan; incluso, se les ha propuesto como herramientas de restauración ecológica (Seaman, 2007). No obstante, es imperativo que sean estables, que sean precedidos por evaluaciones de impacto ambiental y estudios piloto y, como ya vimos, deberían construirse con materiales como el concreto o el hormigón, que sí permitan el establecimiento de comunidades complejas y que no liberen sustancias tóxicas. Así lo establecen las regulaciones internacionales modernas, tales como las *Directrices relativas a la colocación de arrecifes artificiales* publicadas en 2009 por el Protocolo de Londres (que se refiere a la prevención de la contaminación marina debida a la descarga intencional de desechos) y el *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente*. Estas directrices desaconsejan el uso de materiales de segunda mano, tales como llantas, en arrecifes artificiales (London Convention and Protocol/UNEP, 2009). Para barcos y plataformas petroleras en desuso, que son estructuras muy comunes en arrecifes artificiales, las directrices estipulan que deben limpiarse y descontaminarse antes de ser sumergidas. En México se han hundido varios buques con este propósito; sin embargo, solo para el último hundimiento (en 2015, frente a las playas de Rosarito, en Baja California) se ha reportado el seguimiento de las normativas internacionales para arrecifes artificiales (*La Jornada*, 2015).

Aunque se construyan tomando estas precauciones, parece muy improbable que los arrecifes artificiales pudieran suplir por completo las funciones que tienen los naturales. Sin embargo, como consecuencia del cambio climático y de la acidificación de los océanos que caracterizan al Antropoceno, los arrecifes representan el ecosistema más vulnerable del planeta. La acción prioritaria es entonces estudiarlos, impedir su deterioro y conservar la enorme biodiversidad que albergan.

REFERENCIAS

Agence des Aires Marines Protégées (2015). *25,000 pneus hors des mers: le film.* Agence Française pour la Biodiversité, Ministère pour l'Environnement. Recuperado de: http://www.aires-marines.fr/Actualites/25-000-pneus-hors-des-mers-le-film

Agencia Informativa CONACYT (2015). *Trisol: manejo integral de llantas usadas*. Recuperado de: http://www.conacytprensa.mx/index.php/ciencia/ambiente/3595-trisol-manejo-integral-de-llantas-usadas

American Chemical Society (2016). *Reducing tire waste by using completely degradable, synthetic rubber*. Recuperado de: https://www.acs.org/content/acs/en/pressroom/newsreleases/2016/august/reducing-tire-waste-by-using-completely-degradable-synthetic-rubber.html

Constantinescu C (2012). Ecological dimension of tire management: Environmental impact of tire use. International Journal of Academic Research in Accounting, *Finance and Management Sciences* 2:180-195.

Diario Oficial de la Federación (2014). Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y de la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal. Estados Unidos Mexicanos (4 de junio de 2014).

Endangered Species International (2015). *Artificial reefs that fail to benefit anything!* Recuperado de: http://www.endangeredspeciesinternational.org/news_july15.html

Florida Department of Environmental Protection (2016). *History and Overview of the Osborne Reef Waste Tire Removal Project*. Recuperado de: http://www.dep.state.fl.us/waste/quick_topics/publications/shw/tires/reef/Osborne-History_09Aug16.pdf

La Jornada (2015). Hunden buque para crear arrecife artificial en BC (21 de noviembre de 2015). Recuperado de: http://www.jornada.unam.mx/ultimas/2015/11/21/hunden-buque-para-crear-arrecife-artificial-en-bc-7854.html

Liu X, Ding J, Ren N, Tong Q y Zhang L. (2016). The detoxification and degradation of benzothiazole from the wastewater in microbial electrolysis cells. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 13:1259-1270.

© **Antonio Álvarez Morán.** *Retrato de María Antonía Purísima Concepción*, 2012.

London Convention and Protocol/UNEP (2009). *Guidelines for the placement of artificial reefs*. International Maritime Organization, Londres.

Machin EB, Pedroso DT y de Carvalho JA (2017). Energetic valorization of waste tires. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 68:306-315.

NOAA (2008). *Importance of coral reefs*. Recuperado de: http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/corals/coral07_importance.html

Sarasa J, Llabrés T, Ormad P, Mosteo R y Ovelleiro JL (2006). Characterization and photo-Fenton treatment of used tires leachate. *Journal of Hazardous Materials* 136:874-881.

Seaman W (2007). Artificial habitats and the restoration of degraded marine ecosystems and fisheries. *Hydrobiologia* 580:143-155.

Sherman RLy Spieler RE (2006). Tires: unstable materials for artificial reef construction. WIT *Transactions on Ecology and the Environment* 88:215-223.

Wik A y Dave G (2009). Occurrence and effects of tire wear particles in the environment –A critical review and an initial risk assessment. *Environmental Pollution* 157:1-11.

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

¿Cuál APOCALIPSIS?

Un análisis crítico sobre teorías del abandono de Cholula*

Geoffrey G. **McCafferty**
Jolene **Debert**

El abandono de los grandes centros urbanos durante el Periodo Clásico (entre aproximadamente 600 a 900 d.C, dependiendo de las especificidades de la región estudiada) es un tema que ha captado la atención de arqueólogos mesoamericanos desde inicios de la disciplina hace más de cien años. Aunque ya nadie sostiene que fue causado por un solo factor, las referencias al "colapso" continúan siendo la regla y no la excepción. Consecuentemente se asume que el colapso de las grandes urbes sucedió incluso cuando hay ausencia de evidencias y se tiene que recurrir a datos poco sólidos para sostenerlo.

Nuestra presentación pone en entredicho el abandono de Cholula, uno de los mayores centros urbanos y ceremoniales localizados en el Valle Puebla-Tlaxcala del México central. Cholula se inaugura en el Periodo Formativo Medio (alrededor de 1,000 a.C.) y emerge como un importante centro regional y ceremonial durante el Formativo Tardío (McCafferty, 1996). La Gran Pirámide de Cholula fue construida y ampliada a lo largo de por lo menos 1,500 años hasta que se convirtió en la mayor estructura hecha por el hombre en el mundo (Marquina, 1970; McCafferty, 1996, 2001).

A pesar que material etnohistórico describe una secuencia ininterrumpida de ocupación en el sitio, los arqueólogos –quizás por la urgencia de incluir a Cholula en el escenario del "colapso"– han ligado su secuencia histórica a la de Teotihuacan y proponen por lo menos un abandono parcial que se inicia alrededor de 700 d.C. (Dumond y Müller, 1972; Marquina, 1975; Mountjoy, 1987; Müller, 1970, 1978; Suárez y Martínez, 1993). Siguiendo ese guion, este paréntesis duró hasta el Periodo Posclásico cuando la urbe retomó su preeminencia como un centro ritual y económico.

Numerosos causales se han propuesto para este supuesto "colapso" de Cholula a pesar de que ninguna investigación se ha centrado en el proceso de declive. Recientemente, sin embargo, investigaciones de erupciones prehispánicas del volcán Popocatépetl y el resultante flujo de lodo o lahar han sido usadas para explicar la destrucción de la urbe a finales del Periodo Clásico (Siebe *et al*., 1996.)

© **Antonio Álvarez Morán.** *Retrato del retrato de Sor María Ygnacia del Espíritu Santo,* 2013.

EL HISTORIAL DEL COLAPSO

La secuencia histórica del Posclásico cholulteca ha sido registrada por varias crónicas coloniales, notablemente por Juan de Torquemada (1976-83; 1615) y Fernando Alva de Ixtlilxóchitl (1975-77; 1625). Estas crónicas describen una secuencia en etapas, referidas como "soles", que más o menos son correspondientes con la secuencia cultural histórica de Mesoamérica (McCafferty, 1997). Así, el "Segundo Sol" corresponde a la destrucción del sitio por grandes vientos que aniquilaron a los "gigantes" del periodo anterior. Estos gigantes, o *quinametinime*, están ligados a los constructores de las pirámides del Periodo Clásico de Teotihuacan y Cholula (Davies, 1977:46). El siguiente periodo advino con el arribo de un grupo de migrantes de la costa del Golfo llamados olmeca-xicalancas, quienes literalmente "consumieron" lo que quedó de los gigantes antes de construir su propia pirámide dedicada al dios del viento, Ehécatl. Con base en esta interpretación, Cholula no fue abandonada, aunque fue un sitio con conflictos étnicos y cambios religiosos. Esta reconstrucción histórica fue retomada en la primera edición del libro de texto de Muriel Porter Weaver sobre Mesoamérica (1972). Ella anotó que "[...] cuando Teotihuacan fue abandonada, Cholula no solo soportó el colapso sino que muy probablemente ganó y se aprovechó del infortunio de la ciudad vecina" (1972:142).

En la tercera edición de su libro, publicado en 1994 y por influencia de interpretaciones arqueológicas de la Gran Pirámide (Dumond y Müller, 1972; Marquina, 1970, 1975; Müller, 1970, 1978), Weaver cambió su reconstrucción histórica de Cholula para incluir el colapso y el abandono de la urbe paralelos con los de Teotihuacan. Sin embargo, la evidencia arqueológica relacionada con este tema nunca fue explícitamente abordada, aunque evidencia circunstancial fue utilizada para sugerir inundaciones, erupciones volcánicas, tensiones sociales y económicas y la invasión de grupos extranjeros que daban cuenta del hiato propuesto (Suárez y Martínez, 1993).

Florencia Müller (1970), partícipe del Proyecto Cholula, entre 1960 y 1970, notó capas de ceniza volcánica separando estratos del Clásico y Posclásico en uno de sus perfiles de sondeos profundos. Esto

© **Antonio Álvarez Morán.** *Retrato de un retrato de María de San Joseph,* 2011.

lo citan Suárez y Martínez (1993) como causal para el abandono de la urbe en sus conclusiones sobre la historia del sitio, aunque mediante comunicación personal Suárez admitió que nunca encontró el mismo estrato en sus más de 200 pozos de sondeo excavados en la ciudad. En un importante ensayo sobre la transición del Clásico al Postclásico en el México central, Dumond y Müller (1972) refieren depósitos menores de inundaciones en el entorno de la Gran Pirámide que podrían indicar un aumento en el nivel del agua en la ciénaga pantanosa localizada en el sector Noreste del antiguo entorno ceremonial. Estos elementos arqueológicos que están pobremente descritos y solo esporádicamente identificados son problemáticos para una interpretación. Un depósito de ceniza debería ser un marcador estratigráfico que se encuentre en toda la región y, sin embargo, no es mencionado en ningún otro reporte. McCafferty, por su lado, nunca ha detectado ceniza volcánica en sus veinte años de investigaciones en Cholula y sus entornos.

En la discusión más explícita sobre el "colapso" de Cholula, Joseph Mountjoy (1987) describe el periodo del Clásico Tardío al Epiclásico (ca. 500-800 d.C.) en el sitio del cerro Zapotecas, interpretado como un refugio para los que huyeron de Cholula y del "violento colapso de la sociedad del Clásico en Cholula" (Mountjoy, 1987:133). Mountjoy sugiere que la competencia económica combinada con el militarismo de los pueblos provenientes de la costa del Golfo, pueblos quizás centrados en Tajín y con las mismas características de los olmeca-xicalancas mencionados en las crónicas históricas, fueron los responsables del declive de Cholula. Él apunta al *Mural de la Batalla* de la cercana Cacaxtla como evidencia de un conflicto étnico militar en la zona (sin embargo, para otra interpretación de este mural, ver McCafferty, 2003; McCafferty y McCafferty,1994).

En cuanto a la cultura material en la transición del Clásico al Posclásico, Müller (1978) detectó un rompimiento dramático en los tipos de cerámica entre el Clásico y el Postclásico Temprano y sugirió un cambio demográfico total en la zona. Según se verá, el análisis de la cerámica realizado por McCafferty (2001) contradice esta conclusión e indica una integración gradual de los rasgos de la Costa del Golfo en conjuntos típicamente clásicos.

LA HIPÓTESIS DEL LAHAR

"Explicaciones" recientes sobre el abandono de Cholula se han enfocado en la erupción del volcán Popocatépetl alrededor de 800 d.C. Esta hipótesis propuesta por el geomorfólogo Claus Siebe y colaboradores en 1996, sugiere que un lahar devastó la ya muy debilitada ciudad de Cholula al final del Periodo Clásico, depositando tres metros de escombros en la base de la pirámide y, por consiguiente, enterrando la urbe. El escenario de una erupción pliniana consistió de tres fases principales: dos secuencias eruptivas, tres flujos de cenizas, tres expulsiones de piedra pómez, una expulsión de ceniza oscura y lahares (Siebe et al., 1996). La altura de la columna eruptiva se estimó entre 20 y 39 kilómetros (Siebe et al., 1996). La secuencia de

la erupción se inició con una expulsión menor de ceniza, flujos piroclásticos y lahares. Las siguientes dos fases fueron explosiones hidromagmáticas con oleajes piroclásticos. En esta secuencia el lahar, un flujo de lodo consistente de ceniza volcánica mezclada con la capa superior del suelo y agua proveniente del hielo glacial fundido, sería el evento que supuestamente aparece en el registro arqueológico de Cholula, aunque también podrían estar relacionados los depósitos de ceniza identificados por Müller (1970). El modelo del lahar propuesto por Siebe y colaboradores sugiere que este avanzó entre 15 y 20 kilómetros al Oeste del volcán, por más de 30 kilómetros hacia el Sur, 30 kilómetros al Noreste y 45 kilómetros al Este (Siebe *et al*., 1996).

Para que este lahar haya viajado estas distancias debió introducirse en un sistema de ríos usando el curso de las aguas para continuar su camino; es muy improbable que depósitos de lahar se encuentren lejos de los cauces de ríos. En 1997, lahares que se originaron con la erupción del Popocatépetl se dirigieron hacia abajo del volcán hasta los cauces de ríos (Palacios, Zamorano y Gómez, 2001). Un escenario similar se debe asumir para la erupción en 800 d.C.

La distribución de la ceniza cambió durante la secuencia eruptiva. La dirección del viento fue hacia el Noreste en la primera fase, después al Nornoreste y hacia el Este para la fase tres (Siebe *et al*; 1996). La época en que ocurrió la erupción puede, por tanto, ser determinada por la dirección del viento. Los vientos que predominan en el área del Popocatépetl se dirigen del Oeste al Este solo en la temporada de secas (Plunket y Uruñuela: 1998) y generalmente entre septiembre y mayo.

La conclusión de la hipótesis del lahar de Siebe y colaboradores es que un enorme flujo de lodo se desplazó desde las alturas del volcán, integrando escombros en su camino y cubriendo Cholula, dejando en su paso tres metros de lodo y piedra en la urbe. Cualquier poblador hubiera sido arrasado y enterrado y la ciudad no volvería a ser repoblada por varios siglos.

UNA REVISIÓN CRÍTICA A LA HIPÓTESIS DEL LAHAR

Existen cuatro probables causas para un lahar: fuertes lluvias sobre sedimentos volcánicos poco compactados; sedimentos volcánicos que se mezclan con cauces de ríos; el vaciamiento del lago en el cráter volcánico durante una erupción, y una rápida descarga del glaciar del volcán (Thornbury, 1969). Podemos eliminar las dos primeras causas posibles debido a la temporada en que ocurre la erupción. Con la erupción sucediendo en la temporada de secas hay escasa agua en los ríos o por precipitaciones que pudieran desencadenar un lahar. Además, esta posibilidad requiere un depósito de sedimentos volcánicos previo a la formación del lahar. La evidencia sobre la erupción volcánica del Popocatépetl alrededor de 800 d.C. apunta a una secuencia eruptiva en la cual el lahar es anterior a la erupción mayor.

Los otros dos causales permanecen como posibilidad. De estos, el más probable es el derretimiento del glaciar. El lago del cráter del volcán podría ser afectado por la temporada de secas y contener menos agua, y la poca agua que había allí muy probablemente fue expulsada como vapor durante el periodo pre-eruptivo o durante las primeras fases de la erupción. Por lo tanto, el factor más probable de la formación del lahar sería el glacial derretido en la cara Noreste del Popocatépetl. El derretimiento del glaciar disparó los eventos de lahar en 1994 y 1997 (Palacios, Zamorano y Gómez, 2001).

Varios cuestionamientos persisten ante la hipótesis del lahar:

1. La distancia entre el volcán y Cholula es grande y más de la mitad de esa distancia es una llanura aluvial.
2. Los ríos más cercanos a Cholula están a 5 kilómetros al Norte, una gran distancia para que el lahar viaje sobre una superficie básicamente nivelada.
3. El depósito de lahar debería ser mayormente uniforme entre el curso del río y Cholula; sin embargo, ningún depósito comparable ha sido encontrado en varias excavaciones arqueológicas y las columnas de tierra identificadas por Siebe y

Imagen 1. Supuesto depósito de lahar descrito por Siebe y colaboradores. Ellos no reconocen los ladrillos de adobe y los suelos de estuco de la secuencia constructiva de pisos de las plazas al lado Oeste de la Gran Pirámide.

Imagen 2. Suelo estucado del sitio Tránsito excavado con Sergio Suárez en 1994. C14 indica que corresponde al Clásico Tardío (400-650 d.C.), es decir, antes de la erupción volcánica. Marcas de arado del Periodo Histórico indican una profundidad del suelo a unos 40 cm y no está cubierto por tres metros de lahar.

colaboradores (1996) están estratificadas, en contraste, con típicos depósitos de lahar que característicamente son un revoltijo de lodo, rocas y escombros con mínima separación.

La distancia entre el Popocatépetl y Cholula es de 33 kilómetros, de los cuales 20 kilómetros son de suelos relativamente planos. Este terreno plano y la distancia que debe avanzar el lahar requieren que este se adentre en redes fluviales para potenciar su fuerza destructiva. Existen dos ríos que confluyen cerca de Cholula, uno proviene del Norte y otro desde el Popocatépetl, vía una ruta Noroeste. Donde ambos se unen es el lugar más probable para encontrar depósitos de lahar debido a que potencialmente el lahar debería colisionar con las orillas del río. El problema es que no hay tal depósito en la unión de los dos ríos. De hecho, la única indicación de un lahar está localizada aproximadamente a 5 kilómetros de la confluencia de los dos ríos, en el lado occidental de la Gran Pirámide (Siebe et al., 1996).

Incluso si la fuerza y el volumen del lahar no fueran suficientes para romper los márgenes del río, se esperaría que existieran depósitos. Pero, nuevamente, no hay depósitos en estos dos ríos.

La evidencia que citan Siebe y colaboradores (1996) sobre un lahar que alcanzó Cholula proviene del lado occidental de la Gran Pirámide, en donde fue encontrado un grueso depósito de tres metros de espesor. Dentro del depósito aparecieron tepalcates de barro y otros descartes domésticos. Estos, presumiblemente, fueron recogidos por el desplazamiento del lahar en Cholula. El verdadero problema con la tesis de Siebe y colaboradores sobre el depósito del lahar es que contiene también pisos de estuco y mampostería de adobe (ver Imagen 1). El lahar no hubiera podido mover esos pisos y paredes sin destruirlos y volverlos a depositar de manera poco sistemática.

Aparte del presumible depósito en la base de la pirámide, cientos de excavaciones estratigráficas realizadas en el sitio por proyectos de salvamento no han reportado depósitos de lahar. Por ejemplo, en el sitio Tránsito excavado por Suárez y McCafferty (1994; McCafferty, 2000) un suelo del Clásico Superior fue encontrado a solo 50 centímetros de la superficie (ver Imagen 2). Este suelo estaba alterado en varios sitios por basureros arqueológicos correspondientes a los periodos del Posclásico y Colonial, y arados del periodo histórico se notaban sobre el piso estucado sugiriendo que varios niveles posteriores nunca estuvieron por encima del suelo pre-eruptivo.

Los depósitos al pie de la Gran Pirámide están relacionados con una plaza correspondiente a una de sus últimas fases constructivas. La reconstrucción periódica de la plaza podría explicar de manera muy acertada el depósito de “lahar” sin

necesidad de referirse a escenarios apocalípticos. Cuando una nueva plaza se construye se cubre el suelo anterior con material constructivo, a menudo escombros y ladrillos de adobe que incluyen tepalcates y otros descartes. Esta secuencia de construcción en el perfil se asemeja al supuesto depósito de lahar que describen Siebe y colaboradores (1996).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

La hipotésis del lahar carece de evidencia creíble. El perfil identificado por Siebe y colaboradores (1996) como un depósito de lahar es simplemente un relleno de la construcción de nuevos niveles de plaza en el lado occidental de la Gran Pirámide que conforman una gran plaza que integra al conjunto arquitectónico el montículo piramidal conocido como Cerro de Acozac. La presencia de pisos y paredes de adobe no puede asociarse a depósitos por inundaciones. Es más, el hecho de que un depósito similar de lahar no se haya detectado en cientos de otras excavaciones en Cholula refuta el argumento acerca de que un fenómeno así afectó a la urbe. El hecho de que Cholula se localiza a más de 30 kilómetros del Popocatépetl, mediando un valle aluvial casi nivelado también vuelve muy improbable una potencial y violenta inundación de la urbe.

Estudios recientes de la historia arquitectónica de la Gran Pirámide por McCafferty (1996, 2001), además de reconsideraciones sobre secuencias de la cerámica por el mismo autor (McCafferty 1996, 2001), indican que Cholula no sufrió ningún hiato al final del Periodo Clásico, sino más bien que el Epiclásico (700-900 d.C.) y el Post Clásico Temprano corresponden a tiempos de un dinámico crecimiento de la urbe, así como del entorno ceremonial de la Gran Pirámide (McCafferty: 2000). Fue durante este periodo, por ejemplo, cuando la Gran Pirámide se cuadruplica en tamaño hasta cubrir 16 hectáreas en su base, o 400 metros en uno de sus lados. Siebe y colaboradores (1996) y su tesis del lahar incluso aportan evidencia con la datación por radiocarbón de muestras con fechas de 790 ±175 d.C. para el inicio de una secuencia de construcción de la plaza que conecta a la Gran Pirámide con el cerro de Acozac. Es también en este periodo cuando se integran culturas étnicas del altiplano con pueblos de las partes bajas y que resultará en la simbólicamente cargada y ampliamente diseminada tradición estilística conocida como Mixteca Puebla. Y fue también durante este periodo cuando Cholula surge como un centro de peregrinación para el culto pan-mesoamericano de la deidad Quetzalcóatl, serpiente emplumada, que otorgaba poder político y legitimidad a los nobles a lo largo y ancho de Mesoamérica.

En conclusión, la idea de que el colapso y el abandono de Cholula fueron resultado de eventos cataclísmicos simplemente no tiene sustento en los datos con que contamos actualmente. La actividad volcánica del Popocatépetl ciertamente pudo haber ocurrido, pero con repercusiones mínimas para Cholula. De hecho, Cholula es actualmente uno de los puntos de refugio para la evacuación de víctimas por recientes actividades eruptivas. Instructivos y señalética dan indicaciones a los campesinos de la zona para que recojan las cenizas que caen del volcán con el fin de reutilizarlas porque constituyen un buen fertilizante. En vez del abandono, la evidencia actual apunta a una ocupación continua e incluso a un crecimiento dinámico de la urbe después del Periodo Clásico. Se necesita más investigación sobre este tema, desde luego, pero por el momento nuestra respuesta a un posible escenario apocalíptico en Cholula es ¡no!

Nos preocupa que la extralimitación de una "regla", en el sentido de que un colapso debió ocurrir simplemente porque así se interpretó en otras áreas, se convierta en la norma para acercarse al pasado arqueológico y, por tanto, deje de lado factores históricos e intervenciones humanas. El problema que ello representa es claramente observable en la búsqueda de una "ley probabilística" en la investigación de Mountjoy que diera cuenta del colapso del clásico (1987). Él redactó su borrador

inicial del artículo en 1973, momento cumbre para la investigación en la arqueología conductual que buscaba "generalizaciones tipo leyes" capaces de una "retrodicción" del pasado. Bajo nuevos paradigmas en que los contextos históricos y las actuaciones son considerados importantes, ya no resulta necesario mantener a Cholula a la sombra de Teotihuacan (McCafferty, 2000). Interpretándola como un caso aparte, operando dentro parámetros históricos y ambientales separados, Cholula emerge como ejemplo de una urbe que se sobrepone a los estragos de la convulsión social y económica del Clásico Terminal y a factores ambientales asociados con la erupción del volcán Popocatépetl.

REFERENCIAS

Davies N (1977). *The Toltecs, Until the Fall of Tula*. University of Oklahoma Press, Norman, OK.

Dumond D and Müller F (1972). Classic to Post-Classic in Highland Central Mexico. *Science* 175:1208-1215.

Ixtlilxochitl F de A (1975-77) [1625]. *Obras Historicas*, (Ed.) O' Gorman E, Instituto de Investigaciones Históricas, UNAM.

Marquina I (1970). Pirámide de Cholula. En Marquina I (Ed.) *Proyecto Cholula* (pp. 31-46). Serie Investigaciones 19. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.

Marquina I (1975). Cholula, Puebla. En Matos ME *et al*., *Los Pueblos y Señoríos Teocráticos: El Período de las Ciudades Urbanas* (pp. 109-122). Departamento de Investigaciones Históricas, SEP-INAH, México.

McCafferty GG (1996a). The Ceramics and Chronology of Cholula, Mexico. *Ancient Mesoamerica* 7(2):299-323.

McCafferty GG (1996b). Reinterpreting the Great Pyramid of Cholula, Mexico. *Ancient Mesoamerica* 7(1):1-17.

McCafferty GG (1997). Giants, Tyrants, and Toltecs: Ethnic Change in Classic/Postclassic Cholula. Ponencia presentada en el taller *Liminal States: Central Mesoamerica during the Classic/Postclassic Transition*, University of Texas-Austin Maya Meetings, Austin, TX.

McCafferty GG (2000). Tollan Chololan and the Legacy of Legitimacy during the Classic/Postclassic Transition. En Carrasco D, Jones L and Sessions S (Eds.) *Mesoamerica's Classic Heritage: From Teotihuacan to the Aztecs* (pp. 341-367). University Press of Colorado, Boulder, CO.

McCafferty GG (2001a). Mountain of Heaven, Mountain of Earth: The Great Pyramid of Cholula as Sacred Landscape. En Rex Koontz R, Reese-Taylor K and Headrick A (Eds.) *Landscape and Power in Ancient Mesoamerica* (pp. 279-316). Westview Press, Boulder, CO.

McCafferty GG (2001b). *Ceramics of Postclassic Cholula, Mexico: Typology and Seriation of Pottery from the UA-1 Domestic Compound*. Monograph 43, The Cotsen Institute of Archaeology, University of Ca lifornia, Los Angeles, CA.

McCafferty GG (2003). Ethnic Conflict in Postclassic Cholula, Mexico. En Brown MK and Stanton TW (Eds) *Ancient Mesoamerican Warfare* (pp. 219-244). Altamira Press, Walnut Creek, CA.

McCafferty SD and McCafferty GG (1994). The Conquered Women of Cacaxtla: Gender Identity or Gender Ideology? *Ancient Mesoamerica* 5(2):159-172.

Mountjoy J (1987). The Collapse of the Classic at Cholula as Seen from Cerro Zapotecas. *Notas Mesoamericanas* 10:119-151. Universidad de las Américas, Puebla, México.

Müller F (1970). La Cerámica de Cholula. En Marquina I (Ed.) *Proyecto Cholula* (pp. 129-142). Serie Investigaciones 19. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.

Müller F (1978). *La Alfarería de Cholula*. Serie Arqueología, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.

Palacios D, Zamorano JJ and Gómez A (2001). The impact of present lahars on the geomorphologic evolution of preglacial gorges at Popcatépetl, México. *Geomorphology* 37:15-42.

Plunket P and Uruñuela G (1998). The impact of the Popocatépetl volcano on Preclassic settlement in Central Mexico. *Quaternaire* 9:53-59.

Siebe C, Abrams M, Macías JL and Obenholzner J (1996). Repeated volcanic disasters in Prehispanic time at Popocatépetl, central Mexico: Past key to the future? *Geology* 24(5):309-402.

Suárez CS Martínez AS (1993). *Monografía de Cholula*, Puebla. H. Ayuntamiento Municipal Constitucional de San Pedro Cholula, Puebla, México.

Thornbury WD (1969). *Principles of Geomorphology*. John Wiley and Sons, New York.

Torquemada Fr. J de (1975-83) [1615]. *Monarquía Indiana* (Leon-Portilla M, coord). Instituto de Investigaciones Históricas, Universidad Nacional Autónoma de México.

Weaver MP (1972). *The Aztecs, Mayas, and Their Predecessors: Archaeology of Mesoamerica*. Seminar Press, New York.

Weaver MP (1993) *The Aztecs, Mayas, and Their Predecessors: Archaeology of Mesoamerica* (third edition). Academic Press, San Diego, CA.

***** Ponencia presentada en 2007 en las Conferencias Chacmool de la Universidad de Calgary

Geoffrey G. McCafferty
Jolene Debert
Departamento de Arqueología
Mt. Royal University Calgary

Traducción: Anamaría Ashwell

© **Antonio Álvarez Morán.** *Retrato-territorio de Santa Teresa de Ávila*, 2012.

www.elementos.buap.mx

Ciencia y vocación territorial en CHILE

Entrevista a Guido Girardi

Leopoldo **Noyola**

El 16 de enero de 2017 la presidente Michelle Bachelet firmó el proyecto de ley que crea el Ministerio de Ciencia y Tecnología que será "el centro del modelo de desarrollo" que reemplazará a CONICYT:[1] "es hora de que en Chile le demos relevancia a la investigación científica", dijo la mandataria.[2] Un mes después, tuvimos la oportunidad de estar en Santiago con el propósito de realizar una entrevista sobre la ciencia en Chile y particularmente sobre el Ministerio de Ciencia y Tecnología que es la realización de una antigua promesa de América Latina con la investigación y el desarrollo, siempre postergado por eventualidades políticas y económicas más apremiantes.

América Latina es, junto con África, la región del mundo que menos invierte en investigación y desarrollo (I+D). Según muestra un estudio de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología –Iberoamericana e Interamericana– (RICYT), los países latinoamericanos representan aproximadamente el 2 % de la inversión mundial en I+D, solo por delante de África (0,3 %), igual que Oceanía y muy por detrás de Norteamérica (39 %), Europa (31 %) y Asia (26 %). Brasil, el principal inversor, representa el 54 % de la inversión latinoamericana en I+D, seguido de México, que invierte el 26 %.[3]

Contra lo que podría pensarse, dada su buena salud económica, los números chilenos en inversión científica

ocupan un modesto lugar en la región latinoamericana: es el séptimo lugar en investigación y desarrollo; el quinto en ingresos por derechos de propiedad intelectual; el sexto en exportaciones de productos de alta tecnología; el undécimo en porcentaje de las exportaciones de alta tecnología; el cuarto en patentes registradas; el quinto en investigadores científicos; el cuarto en artículos publicados en revistas científicas y técnicas y en marcas registradas, y solo en técnicos en investigación y desarrollo Chile ocupa el segundo lugar latinoamericano.[4]

La oportunidad llegó cuando fue posible contactar al senador Guido Girardi, presidente de la Comisión de Desafíos del Futuro, Ciencia, Tecnología e Innovación del Senado de la República, que los últimos seis años ha organizado un singular evento de resonancia internacional denominado Congreso Futuro, un sofisticado cenáculo que en enero de 2017 reunió a 140 científicos y pensadores del mundo entero para hablar durante seis intensos días en 11 regiones diferentes de Chile sobre las fronteras de la ciencia y el pensamiento actual; una voz más que autorizada para hablar del tema.

Girardi es un controvertido personaje de la política chilena, médico especializado en padecimientos broncopulmonares, fue el fundador y luego presidente del Partido por la Democracia (PPD); en su momento también el diputado más votado del país, con un 67 %; fue presidente de la Cámara de Diputados y de la de Senadores, especialista en temas de salud, medioambiente y ciencia, realizó una enérgica labor clausurando famosos restaurantes capitalinos por anomalías higiénicas, mataderos mal avenidos y decomisando productos vencidos del mercado, participó en asuntos medioambientales notables como la paralización de proyectos que implicaban un desastre ecológico, a pesar de sus millonarias inversiones, como fue el caso de la forestal Trillium, y este año su oposición activa al proyecto de Minera Dominga que lo ha enfrentado al ministro de Hacienda de su propio partido.

Guido Girardi, © **Rodrigo Carmona P.**

Accedió amablemente a acudir a un domicilio de la comuna de Peñalolén, en el suroriente de Santiago, en donde abrimos tema con esta preocupación: en contraste con su buena salud económica, la inversión de Chile en ciencia es mediocre aun en una región tan pobre en ese rubro como es la latinoamericana.

¿En qué se va a gastar su presupuesto un ministerio de ciencia?, ¿por qué no se ha hecho caso a la comisión de 30 personalidades, formada por Bachelet, que generó el documento "Un sueño compartido para el futuro de Chile", pero que se ignoró en la práctica ¿Cuál es la base de este ministerio?

Empecemos por el principio: ¿cómo ha podido avanzar Chile, crecer económicamente y tener un piso de los 20 mil dólares per cápita, sin ciencia? Es porque ha vivido en un área de confort y dependencia, que es finalmente una enfermedad, que es la dependencia de los *commodities* (materias primas transables en el mercado de valores), un modelo de desarrollo muy complejo que se sustenta y sustenta a su vez algo que es muy particular de Chile: los *commodities* no han modificado la desigualdad de ingresos; ha tenido bajas económicas regresivas muy importantes, ha tenido tasas de reducción de la pobreza muy importantes; una reducción de la pobreza dramática y de la pobreza extrema también, pero si hay algo que es muy particular y propio de estos modelos exportadores, que son dependientes de los *commodities*,

es que no han modificado esencialmente la desigualdad de ingresos. Y tal vez el parámetro más interesante de observar, que es la consecuencia más fina de Chile, es que está entre los países más desiguales del planeta. Los *commodities* en Chile mantenían una política tributaria regresiva, donde los impuestos los pagaban los más pobres y no las grandes riquezas. Esto finalmente es un problema político, porque cuando la economía del país está en pocas manos, en manos de grupos económicos muy consolidados, muy integrados verticalmente además, y que manejan la economía porque manejan la minería, porque manejan la pesquería, porque manejan la exportación de fruta, porque manejan las principales áreas de exportación de Chile, la exportación de alimentos, evidentemente es un sector que con un poco de capital financiero, más bien intensivo, y con muy poca mano de obra pueden hacerlo. No necesitan de grandes movilizaciones en materia de educación básica, de educación media, de desarrollo científico, y estos mismos sectores, que si bien paradojalmente son sectores empresariales muy modernos, tú ves cómo Chile llegó a ser en muy poco tiempo segundo o primer exportador de salmón con tecnología muy avanzada, si tú ves la industria frutícola es muy moderna, la industria del vino es muy moderna, si tú ves la industria de la minería –comparada con otros países–, es muy moderna, de alto estándar, es paradojal que estos sectores no inviertan en ciencia. Son compradores de tecnología, porque a pesar de tener los recursos no tienen apetito, no tiene visión de futuro. Y sí, son consumidores de tecnología que traen de otros países, pero eso les ha permitido articularla. Lo que sucede es que yo pienso que Chile nunca más va a volver a tener las tasas de crecimiento económico a partir de ese modelo y no volveremos a ver un ciclo así en la historia económica y política del país. Lo que estamos viviendo en una dimensión más ciudadana de presión social por la educación, por la gratuidad de la educación, es también una reflexión más de fondo, de parte de la sociedad, de abrir la economía a los ciudadanos, de que el desarrollo sea un desarrollo más integral, más sistémico; hay un cuestionamiento muy fuerte al empresariado chileno, y yo pienso que lo que subyace en ese cuestionamiento, no solo las colusiones, los pollos, los pañales, las farmacias, sino que es la falta de participación de los ciudadanos como actores centrales del desarrollo económico, social y cultural del país.

¿Y en particular de los empresarios?

Yo diría que los empresarios son vistos como personas que han obstaculizado la posibilidad de hacer un desarrollo más democrático, más ciudadano. Yo soy uno de los grandes impulsores de esta idea del Ministerio de Ciencia. De hecho, en el gobierno del presidente Piñera, lo convencimos de crear la comisión que él creó, y lo convencimos de enviar un proyecto de ley, que envió; de hecho, lo anunció en el último Congreso Futuro en que participó, que fue en enero de 2014, y se comprometió en mandarlo y lo envió, pero como era simbólico, lo envió sin informe financiero porque era marzo y esto fue una promesa que hizo en enero.

Un apoyo simbólico…

Un apoyo, pero lo hizo. Y creó una comisión muy interesante que propuso crear un Ministerio de Ciencia, con una Subsecretaría de Educación Superior que estuviera en ciencia. Después, cuando el gobierno de la presidenta Bachelet, la Academia de Ciencia y la Comisión del Futuro nos reunimos por lo menos en tres oportunidades con ella para pedirle que creara esta comisión de científicos, de 30 personalidades, que se creó justamente a petición nuestra, y su secretaria ejecutiva, Carolina Muñoz, era la secretaria ejecutiva de la Comisión del Futuro, que se la propusimos justamente para tener un vínculo con ella. Pues yo te diría que el tema esencial de un Ministerio de Ciencia para mí no es en términos primarios ninguna de las alternativas que tú me planteaste. Para mí es una excusa para decir que pasas de

un modelo lineal, de un modelo vertical de desarrollo, muy cartesiano, a un modelo de desarrollo que yo llamaría un sistema complejo, una visión sistémica.

¿Entonces, hablando de ciencia, qué es lo que necesita Chile?

Chile no necesita, en términos particulares, por ejemplo, invertir más en formación de doctores, invertir más en compra de tecnología; lo que Chile necesita, primero, es cambiar su manera de pensar. Es lo que estoy proponiendo yo, por lo menos. Chile tiene una particularidad, que es la particularidad de este país. Puede que se repita en otros lugares, pero en ninguna parte se repite con tanta claridad como en Chile. Lo que yo he planteado es que el desarrollo de Chile a futuro se haga desde un elemento que es central, que es particular de Chile, que no tienen otros países con tanta nitidez, que es la vocación de uso de su territorio, y que sean los territorios los que definan lo que tú estás planteando, y no sea una conversación centralista, autoritaria, nuevamente vertical la que lo defina porque así no hay encuentro, no hay diálogo. Entonces yo digo: Chile tiene territorios ecosistémicos muy claros y muy potentes, tiene el desierto de Atacama, entonces ¿qué es el desierto de Atacama?, yo digo, construyamos una definición, concordemos una vocación de uso del territorio pero ciudadana, de abajo hacia arriba, reunamos a los académicos, a las universidades, a los emprendedores, a los empresarios, a las comunidades indígenas, a los ciudadanos y convoquemos un gran foro sobre cuál es la vocación; qué creemos nosotros, qué queremos nosotros que puede ser el futuro del desierto de Atacama. Como ecosistema, yo no estoy hablando de regiones, porque las regiones –y esa es la discusión que yo he tenido en toda la política, la descentralización–, Chile mantiene las regiones que creó Pinochet, que las creó con un sentido político y administrativo, pero no ecosistémico. Qué diferencia hay entre Arica, Antofagasta e Iquique: ninguna. Y Arica va a ser una región e Iquique otra... y son las mismas. Y entonces yo digo no, tomemos esto como macrorregiones a partir de la vocación de su territorio, y estoy seguro que si tú miras esto desde la vocación de uso de su territorio vamos a llegar a un consenso con los científicos, con las comunidades, de que la vocación del desierto de Atacama es la minería, cierto, pero una minería que requiere ser una minería moderna, que tiene que resolver los problemas de energía, del agua, pero que además tiene el desierto más irradiado del planeta. Y, por ejemplo, una vocación es la de ser el centro mundial de energía solar, no nacional, un centro de energía solar para todo el planeta. Yo siempre digo que el siglo XX fue equívoco para Chile, porque no le dio petróleo, porque no le dio ninguna de las grandes palancas de desarrollo del siglo XX. El siglo XXI es muy generoso con Chile, porque le va a dar a Chile los principales elementos que son la palanca de desarrollo de este siglo, por ejemplo la energía solar, no hay ningún país que tenga los niveles de radiación ni de seguridad, sin problemas geopolíticos, en donde tú podrías desarrollar energía solar para todo el planeta. Además, hoy día la energía solar, las celdas fotovoltáicas, son 20 % eficientes y van a llegar a ser del 50 % muy rápido, abaratando sus costos. Chile hoy día logró tener, en licitación, la energía solar más barata del planeta, 29 dólares el megavatio, cuando el petróleo vale 110, el carbón 80, la eólica 60, Chile logró una cosa inédita: 29 dólares. Si hoy día estamos en 29 dólares vamos a llegar a 10 dólares. Y yo te aseguro que vamos a bajar los 10 dólares en la próxima década. ¿Y qué significa eso? Que la energía dejó de ser el problema de la humanidad. Si quienes controlaban el petróleo en el siglo XX controlaban la economía del planeta, porque era una energía centralista, además de autoritaria, vertical y esa es la civilización del petróleo que creó una economía y una civilización centralista, vertical, a imagen y semejanza del petróleo, la energía solar ya no es el elemento geopolítico del futuro porque, a

© **Antonio Álvarez Morán.** *Escudo de Patti Smith*, 2011.

diez dólares va a ser un *commoditie* casi de costo marginal cero.

Segundo: cambio climático. Gran problema de la humanidad, va a obligar a usar energía solar y a desincentivar la fósil. Pero en una primera etapa, antes de llegar a la energía solar, vamos a pasar por la batería. Por lo menos durante 30 años los vehículos van a ser eléctricos, los camiones van a ser eléctricos, los transportes van a ser eléctricos, el futuro de la humanidad es eléctrico, y para eso se necesita litio. Las baterías son de litio. Solo en el próximo año China va a comprar 5 millones de autos eléctricos, y a partir del año 2025 el 70 % de los kilómetros recorridos en el planeta van a ser eléctricos, porque es tan grave el cambio climático que va a obligar a una reconversión mucho más rápida de lo que creemos. Entonces Chile es el principal productor de litio del planeta, aquí está la principal reserva del planeta. Si tú te das cuenta, Chile hoy día vende el litio a granel, pero si aplicara un poquito de tecnología, un poco, podría vender litio en grado batería, un poco más refinado, que significa un 600 % más de valor a lo que hoy día exporta; pero si el negocio de hoy en el mundo es de mil millones de dólares, en 20 años va a ser un negocio de 500 mil millones. Si Chile tuviera solo el 10 % de ese negocio, son 50 mil millones de dólares. Pero. ¿eso qué significa? Significa una política de desarrollo hoy.

Tercer ejemplo, Chile en el gran desarrollo de la exploración del universo. Hace diez años nadie hablaba de los exoplanetas, de buscar planetas habitables, hoy día todos los centros astronómicos están buscando planetas habitables. Entonces, yo lo que digo es que Chile es la ventana al universo, desde Chile se van a descubrir los planetas habitables, desde Chile se va a descubrir la vida en el universo. Tendrá dos de los centros de observación más grandes del planeta. Va tener el 80 % de la observación mundial. Cómo hacemos nosotros de esa vocación un instrumento de desarrollo que tiene que ver no solamente con la observación, tiene que ver con toda una industria de astronomía…

De telescopios...

... de telescopios, de por lo menos hacer un tornillo, los chilenos no hacemos ni siquiera un tornillo, pero no solamente de eso, también de transmisión de datos, porque una cosa es bajarlos y otra transmitir esos datos. Ahí Chile tiene una tercera vocación.

Y luego tiene una vocación turística maravillosa, el desierto de Atacama es de una belleza inconmensurable. Yo conozco muchos lugares del planeta muy bellos, pero aquí existe una belleza notable. Y luego tiene otras potencialidades, si tú quieres la pesquería, pero no para hacer harina de pescado, sino para hacer omega 3. La alimentación del futuro va a sustentarse en los alimentos funcionales, que son alimentos epigenéticos, que actúan a nivel de los genes, que enciendan o apaguen los genes. Por ejemplo, un alimento epigenético es la jalea real. Por lo tanto los alimentos del futuro son esos y justamente el territorio chileno es el que tiene la más alta concentración de omega 3 en el planeta por la corriente de Humboldt y otras circunstancias, no hay otro lugar que tenga tanto de eso.

¿Entonces, quién define el desarrollo de Chile?

Lo define su vocación territorial, si te das cuenta, su vocación de uso del territorio. Tengo muy claro que ya no puedo hacer la misma educación en el jardín infantil, en la básica, en la media, en la universidad; no puedo formar los mismos doctores y no puedo tener la misma institucionalidad porque a la mejor eso requiere de una geometría variable, no puedo tener el mismo presupuesto que tiene, por ejemplo, la Patagonia chilena, que es donde está uno de los recursos de agua más importantes del planeta: un agua dulce pura, no contaminada con nitratos, la primera reserva del mundo; de agua dulce en general es como la tercera. El problema geopolítico del futuro ya no es la energía, es el agua, y Chile tiene en la Patagonia una de las reservas de agua más importantes del planeta, pero además tiene el ecosistema –fantástico– más prístino del globo, el único lugar en donde quedan bosques primarios, es el lugar más adecuado para estudiar y conservar la biodiversidad, para estudiar los fenómenos del cambio climático; o sea, ¿te das cuenta?, tiene una potencialidad maravillosa en un territorio poco habitado. Después, tú vas al centro del país, no hay ninguna diferencia entre lo que es Santiago, lo que se llama Rancagua, O´Higgins, Talca, hasta Concepción es un solo ecosistema, ¿y cuál es su vocación?, es evidente que tiene una vocación alimentaria, agrícola. Pero si tú vas a la región de Concepción, de Temuco, ahí las vocaciones son otras, son forestales, son turísticas, pero son distintas.

Entonces, ¿cómo construir el desarrollo?, ¿a quién se debe convencer?

No puedes ya nunca más construir el desarrollo verticalmente, sino construir estos espacios de definición, de vocación de uso, que sean democráticos, que sean participativos; que participen la comunidad científica, las universidades, los empresarios, los actores gubernamentales; que definan esto y luego piensen en qué ciencia necesitan, qué doctores necesitan, qué formación, qué educación y qué institucionalidad. ¿Vamos a tener la misma institucionalidad para la Patagonia que para el centro y para el desierto de Atacama? No, tiene que haber una flexibilidad. Tiene que haber una gran inteligencia y una gran capacidad. Es el proyecto de país, es la suma de todas estas vocaciones territoriales. Entonces yo lo que planteo es que ese sea el elemento articulador y no la pregunta de cuántos doctores vamos a necesitar; no, los vamos a formar en función de las necesidades y las vocaciones que tenemos. Queremos ser líderes mundiales en generación de baterías, entonces ¿qué tenemos que hacer?; queremos ser los número uno en alimentos como EPA (un ácido graso poliinsaturado) y omega 3 en el mundo, ¿qué tenemos que hacer?; queremos ser los número uno en energía solar, ¿qué tenemos que

© **Antonio Álvarez Morán.** *Fervorosos afectos*, 2014.

hacer?; queremos ser los número uno en desarrollo y exportación de minería, ¿qué tenemos que hacer, cómo podemos innovar? Esa es la reflexión.

Hay, sin embargo, un gran fantasma en la economía chilena que es la tendencia a privatizar todo, ¿qué riesgo hay de que el litio y el sol chileno sean finalmente concesionados a tres empresas mundiales que se apropien de los recursos como ocurre hoy con el agua?

Por eso te digo que hay que cambiar la manera de pensar, que en vez de que sean procesos verticales sean procesos colaborativos.

¿Pero no empresas estatales?

Es que tú puedes integrar, el problema ya no es el Estado y el mercado confrontados, ¿te das cuenta? Los estados pueden ser tremendamente burocráticos también. Yo en lo que creo es en la capacidad de articular y colaborar entre Estado, capital privado y universidades. Lo que pasa es que en Chile la universidad no dialoga con la empresa, la universidad no dialoga con el Estado, son entes compartamentalizados; ni el Estado ni el mundo privado tienen ninguna política de innovación real, ni de investigación, ni de inversión. En Chile las empresas privadas invierten 0.1 % del producto en ciencia, y el Estado invierte 0.36 %, con eso no vamos a llegar a ninguna parte. Pero lo más dramático es que está compartamentalizado, no hay diálogo entre las universidades regionales con sus propios territorios. Por ejemplo, la Comisión del Futuro que yo cree cuando era presidente del senado, ¿cuál es la particularidad que tiene? Que es la única comisión de un senado en el planeta donde sus miembros plenos son los senadores, claro, pero lo son también los miembros de la Academia de Ciencia y los rectores de las universidades. Tienen derecho a voz y a voto. Y eso ha cambiado la conversación. Entonces, cuando un proyecto va entrar a través de mi comisión del senado, este proyecto de ciencia se va a definir en

el congreso. Y en nuestra comisión los que van a opinar como legisladores van a ser los senadores, pero también los rectores de las universidades y los miembros de la Academia de Ciencia, por derecho propio. Además, nosotros tenemos convenios con las universidades para que, en conjunto con la Comisión del Futuro, puedan ir a cualquier comisión del senado a dar su opinión y puedan presentar proyectos de ley a través de esta comisión. Y hemos construido una alianza muy estrecha, con mucha complicidad.

Lo que nosotros queremos aquí es formular una política, generar una institucionalidad flexible para que pueda adecuarse a esto que yo llamo las vocaciones de uso de los territorios y ser capaces de poner políticamente estos temas como temas centrales. Es una apuesta más política que estructural, más de contenido que de desafío.

¿Crees tú que el Ministerio de Ciencia podría ser este elemento vinculador que se necesita?

Bueno, esa es la idea nuestra.

Es la esperanza, el sueño de ese ministerio...

Yo no creo que este sea un tema de esperanza, creo que es un tema de decisión política. Lo hacemos o no lo hacemos. Y si cuando tengas que nombrar a una persona para encabezarlo, nombras a una que no tenga legitimidad, que no tenga el conocimiento, la fuerza, y pones a un burócrata ahí, tampoco va a salir ¿te das cuenta?

Evitar una secuencia de renuncias como la que ocurrió en el CONICYT.

Sí, pero eso ya terminó, ahora que está Mario Hamuy eso se ha estabilizado. Mario fue una propuesta nuestra de la Comisión del Futuro. Nosotros concordamos con la presidenta que Mario es la mejor carta, y ellos estuvieron de acuerdo, ha sido muy importante porque es un miembro joven de la Academia de Ciencia, es una persona muy dialogante y ha sido un gran aporte, pero además él venía de la Comisión del Futuro. Era nuestro aliado. Entonces lo que nosotros hemos logrado en Chile es intentar generar un debate ciudadano y ciudadanizar el debate de la ciencia.

Háblanos del Congreso Futuro, que este año cumplió su sexta edición.

En el Congreso del Futuro este año tuvimos 35 mil personas que participaron presencialmente y un millón y medio que siguieron nuestro congreso por las redes, por televisión, y cada vez más logramos transformar este debate, esta conversación sobre el futuro que finalmente es una conversación sobre el pensamiento complejo. Ahí hemos logrado construir un espacio muy transversal donde se han sumado incluso los sectores más conservadores de la derecha, y lo interesante es que hemos logrado generar y transformar un epicentro de conversación cada vez más potente respecto a numerosos temas: el presupuesto, los tipos de desarrollo, el modelo económico, cómo insertar y vincular la ciencia en la sociedad. Yo creo que, así como el petróleo gobernó el siglo XX, para mí la ciencia y los datos van a gobernar el siglo XXI, y un imperativo inmediato, urgente, es democratizar la ciencia y los datos, porque si tú no democratizas la ciencia y los datos los que van confrontar el futuro son los que controlen los datos y controlen la ciencia, y los ciudadanos que no lo entiendan no van a poder incidir y decidir sobre su mundo. Estamos viviendo una crisis de lo que viene con mucha fuerza, un posthumanismo en remplazo de la humanidad, del hombre como centro del universo, a un datacentrismo. Y lo mismo en la ciencia.

El Congreso del Futuro que nosotros hemos hecho ha sido democratizar, intentar crear un espacio transversal donde nosotros juntamos la filosofía, la ciencia, el pensamiento, la poesía con una reflexión que trata de unir estos mundos que están separados, el mundo de la empresa, la innovación. Y ha sido una terapia interesante. Este

En el Congreso Futuro 2017, celebrado del 9 al 14 de enero en 11 ciudades chilenas, destaca la presencia de:

Jack Szostak, médico inglés de la Universidad de Harvard, Premio Nobel de Medicina 2009, especialista en el origen de la vida.

Hiroshi Amano, ingeniero japonés de la Universidad de Nagoya, Premio Nobel de Física 2014 por la invención de diodos de luces azules que ahorran energía.

Saskia Sassen, socióloga neerlandesa y urbanista de la Universidad de Columbia, Príncipe de Asturias 2013. Autora de La Ciudad Global (1991).

Iain Stewart, geólogo escocés miembro del Consejo de Geociencias de la UNESCO y presentador científico en la BBC.

Dale Jamieson, filósofo estadounidense del medio ambiente, autor de *Love in the Anthropocene* (2015).

Pier Luigi Luisi, químico italiano del Tecnológico de Zurich, especialista en los sistemas químicos y biológicos del origen de la vida y de la célula.

Toru Iwatani, diseñador japonés de videojuegos, creador del popular Pac-Man y profesor de la Universidad Politécnica de Tokio.

Paul Davies, físico y divulgador estadounidense de la Universidad de Arizona, autor de libros y columnista de The Guardian y The New York Times.

ya es el sexto Congreso del Futuro que hacemos y tal vez es ya uno de los encuentros más grandes que hay de ciencia, y tiene una característica: que es totalmente gratis, pues nosotros no le pagamos a ninguna de las personas que vienen. Entonces es de verdad un evento de mucho altruismo de parte de los científicos, vienen premios Nobel y personalidades del pensamiento mundial, este año de 2017 trajimos más de 80 científicos y filósofos de todas partes del mundo, además de 60 chilenos; o sea, fue un encuentro de más de 140 personalidades y no le pagamos a nadie; solo el pasaje y la estadía, evidentemente.

Un encuentro mundial del pensamiento que tiene que unir justamente la ciencia pura, la matemática, la física, la biología, la filosofía, la economía, la belleza. Y lo que nosotros hemos tratado de tener es un espacio de conversación donde se rompa la compartamentalización y emerja el pensamiento colaborativo con una visión de tu país. Nosotros pensamos cómo entender el rol de Chile en el futuro, estamos muy interesados en mirar las fronteras, qué está pasando en la nanotecnología, qué está pasando en la biotecnología, qué está pasando en la computación cuántica, qué está pasando con el manejo de la información, con la *big data*, con los algoritmos, cómo se articula la educación del siglo XX, qué educación necesitan estos nuevos modelos. Entonces la idea es mirar todas estas fronteras, en todos los campos, porque quien conoce las fronteras hoy día sabe el mundo que va a existir en diez años, o sea, lo que hoy día es frontera mañana es tecnología y es ciencia.

Hacemos mucha divulgación, hacemos campañas en los buses, por ejemplo, con preguntas: ¿estarías dispuesto a la inmortalidad, a vivir más de 200 años? Nos hemos metido mucho en estos temas, ahora hemos traído a un grupo de expertos del envejecimiento muy importante a nivel mundial, de la prolongación de la vida, pero muy vinculado a qué tipo de educación va a necesitar eso, qué tipo de pensiones van a necesitar tener cuando las personas vivan 200 años; acuérdate que Ray Kurzweil, impulsor de la Universidad de la Singularidad de Silicon Valley, que además es el jefe de inteligencia artificial de Google, dice que vamos a ser inmortales en 2045. No lo dice cualquiera, lo dice él. El año pasado trajimos a Yuval Harari, que acaba de escribir *Homo Deus*, un best seller súper interesante; el año pasado escribió *Sapiens*. O sea, lo que estamos buscando es a quienes llevan la reflexión más de punta. Por ejemplo, en *big data* nosotros seguimos a Evgeny Morozov, porque es el intelectual más potente hoy día en su campo. Justamente para ir deliberando juntos a las reflexiones de frontera que están habiendo,

© **Antonio Álvarez Morán.** *Monja criolla,* 2015.

no ya desde el punto de vista científico, sino desde el punto de vista cultural; por ejemplo, habíamos invitado a Bauman (Zygmunt Bauman, padre de la "modernidad") que nos había dicho que venía, pero murió, me avisó unas semanas antes que no venía y murió cuando estábamos en el Congreso del Futuro. Habíamos invitado a Fritjof Capra, quien acaba de sacar un libro con Pier Luigi Luisi, que es uno de los biólogos más interesantes; también invitamos a Pier Luigi Luisi. Son personajes interesantes porque no solo están en la frontera de la ciencia, sino que tienen una mirada más social, cultural, filosófica de las consecuencias que todo eso tiene para la humanidad. Entonces es interesante. Y a partir de eso nosotros estamos en este proceso de manera muy entusiasta, ¿te das cuenta?

Lo que pasa es que a mí, como senador, si tú me preguntas qué es lo que me permite seguir en política, tiene que ver con esta parte, porque la política tiene muy pocas gratificaciones. Para mí el senado me da la tribuna para hacer algo que yo encuentro apasionante y que por el momento no podría hacer en otro lugar. Tal vez mañana lo podría hacer igual, pero hoy día no lo podría hacer, no podría invitar a premios Nobel, no podría invitar a personalidades mundiales, a Thomas Piketty, el economista francés.

Invitamos a la gente que organiza La Ciudad de las Ideas, de Puebla, que encuentro una experiencia interesante para los que asisten; vino el director, que me decía, ¿pero cómo traes tú a esas personas gratis?, nosotros les tenemos que pagar.

Es que ustedes cobran a los asistentes, es evidente que si yo voy a ir a tu encuentro y veo que estás cobrando, voy a pedir que me pagues, si yo sé que tú cobras por qué voy a ir gratis. En cambio, yo cuando invito a alguien, un premio Nobel o alguna personalidad, lo primero que yo le digo es que esto es gratis, que es abierto, gratis para la participación presencial, todo gratis, y que esto es una cosa que tiene una dimensión de tipo social, nosotros pensamos que esto es un laboratorio de innovación social, el Congreso del Futuro, la Comisión del Futuro yo los concibo como una exploración de innovación social, de experimentación.

Al principio pensábamos en los niños, en los jóvenes, pero ahora pensamos en tener un público más transversal porque observamos que esta muestra es válida para todos; o sea, ojalá que haya muchos jóvenes, pero también ojalá que haya muchos adultos mayores, muchas personas. Y la gracia del Congreso Futuro, cuando tú vas presencialmente, es que hay algo que no se ve en Chile, hay un encuentro social, hay ricos y pobres, jóvenes y viejos que no se encuentran nunca en Chile. Y es interesante. Además esta vez lo hicimos en once regiones, imagínate la logística de llevar a estos científicos, pues no solo es en Santiago. Al invitar a Jack Szostak, premio Nobel (de medicina 2009), lo hice ir a Santiago, a Talca, a Punta Arenas durante el congreso.

Repartir ochenta de estos personajes no es fácil. Somos un grupo pequeño, pero ya hemos aprendido. En el país tuvimos 35,000 personas que participaron físicamente, reunir en ciertas regiones 2,000 personas es un récord, es un hecho político, cultural, social sin precedentes. Por eso le digo laboratorio, porque nosotros tenemos que aprender de nuestra propia experiencia.

Muchas gracias, senador.

REFERENCIAS

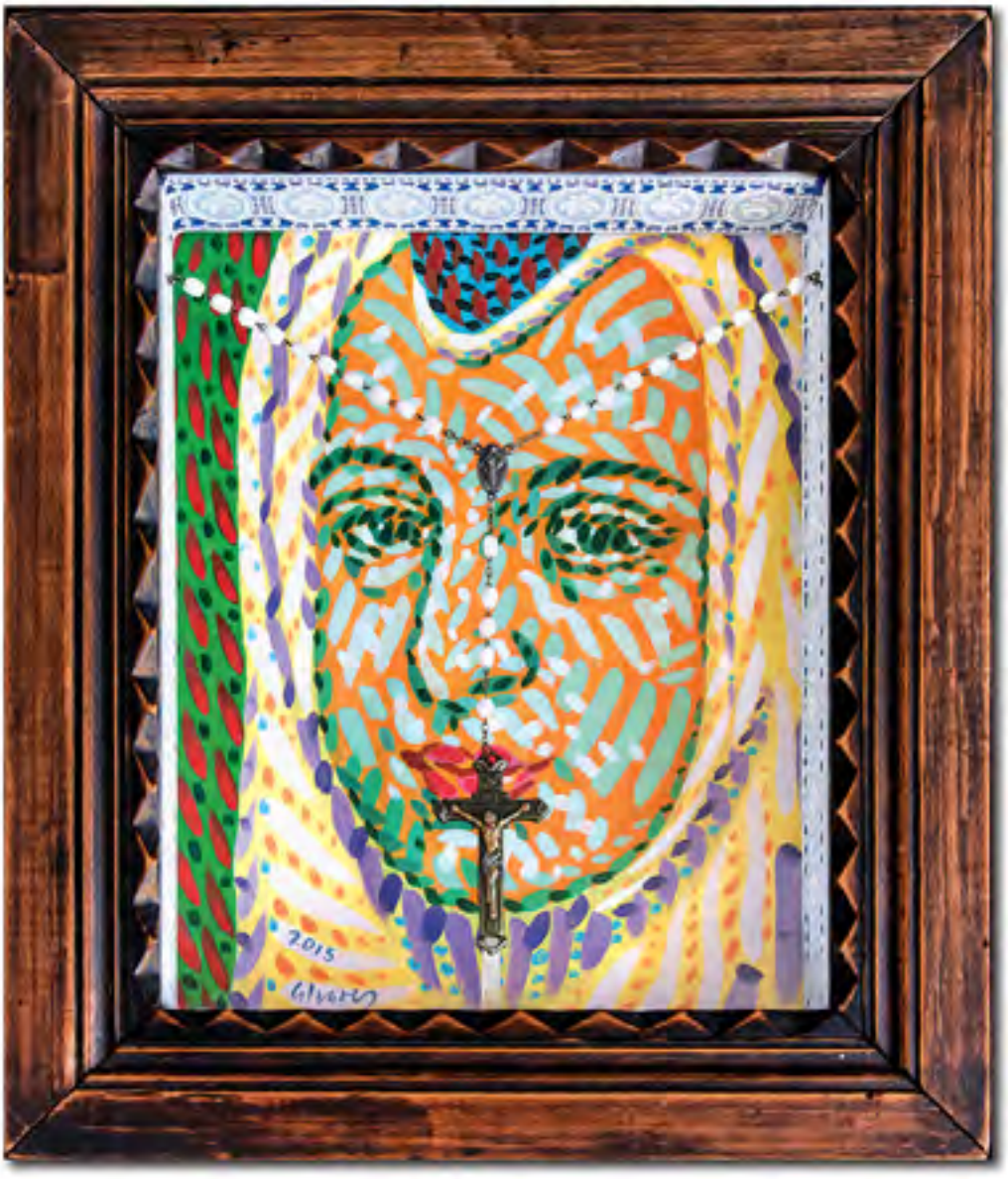
[1] CONICYT, la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica fundada en 1967 para la promoción y fomento de la ciencia y la tecnología con orientación preferente al desarrollo económico y social del país.

[2] Silva D. Presidenta Bachelet firma proyecto de ley que crea Ministerio de Ciencia y Tecnología, La Tercera, 16 de enero de 2017.

[3] Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), citada por Aparicio, Carlos en: La I+D en América Latina: una situación lamentable, BBC Mundo, 10 de mayo de 2009.

[4] Rebossio A. ¿Cuánto invierte América Latina en investigación y desarrollo?, blogs.elpais.com, 14 de noviembre de 2013.

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



© **Antonio Álvarez Morán.** *Rostrillo de Sor Antonia Álvarez,* 2015.

www.elementos.buap.mx

Quimiogenética basada en receptores acoplados a proteínas G, una plataforma para las neurociencias

Catalina **Valdés Baizabal**

La comunicación intercelular es de gran importancia para mantener la homeostasis, es decir, un equilibrio en las funciones del organismo. Pero ¿qué es lo que implica que se lleve a cabo una comunicación exitosa? La capacidad de recibir un estímulo, transmitirlo, integrarlo y emitir una respuesta.

El sistema nervioso es una pieza clave para conseguir un estado de homeostasis. Es él quien nos mantiene comunicados con el exterior y de su activación y transmisión de señales depende la respuesta que demos al medio y la forma en la que nos desarrollemos. La señalización en el sistema nervioso se produce mediante un proceso primordialmente químico; porque se liberan sustancias desde células presinápticas hacia células postsinápticas, produciendo cambios en la excitabilidad de las células postsinápticas.

Desde el punto de vista neurofisiológico, ha sido de interés conocer cómo se encuentran conectados los circuitos neuronales del sistema nervioso, que al activarse dan lugar a determinadas conductas o a la realización de funciones complejas. De alguna manera, el interés es por hacer una deconstrucción de la conducta para comprender sus bases celulares y develar un proceso completo desde los mecanismos intercelulares. Esto es motivo de estudio de las neurociencias.

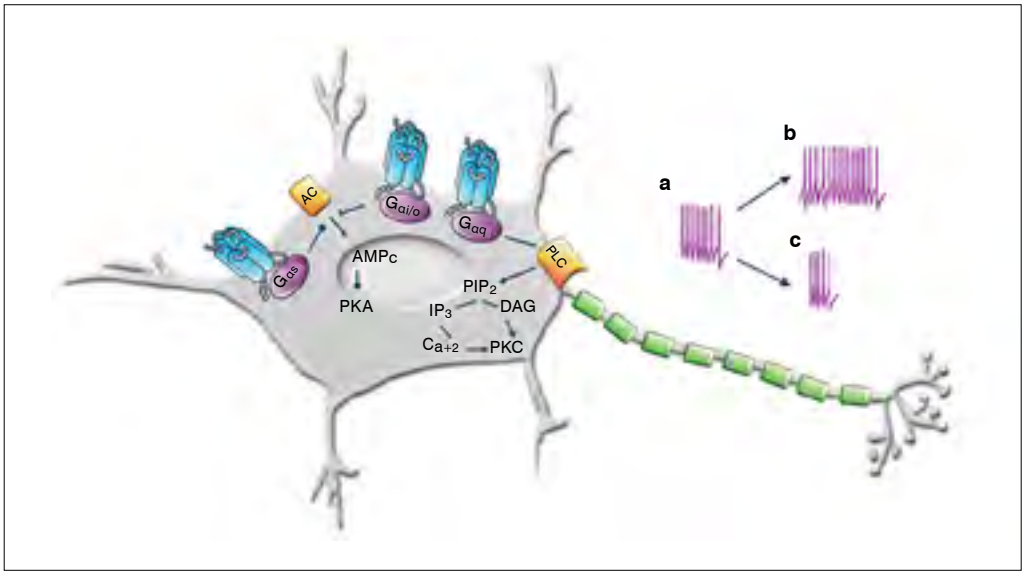


Figura 1. Representación esquemática de una neurona que expresa receptores acoplados a proteínas G de los tres subtipos. Al acoplarse a la proteína G, que es una proteína trimérica, le producen un cambio conformacional que da lugar a la activación de una vía de señalización intracelular debido a la separación de sus componentes para actuar sobre efectores específicos. De la activación de los receptores y del subtipo de proteína G depende que la actividad eléctrica de una neurona, con una actividad basal como en (a), aumente como en (b), o bien disminuya como en (c). Las líneas con terminación en bola significan estimulación, y con terminación en barra significa inhibición.

Hay dos vertientes importantes puestas en el ojo del investigador, la primera es conocer cómo están conectados los circuitos neuronales, y la segunda, cuál es el papel funcional de cada circuito neuronal.

Existen herramientas que se emplean para llevar a cabo estudios fisiológicos del sistema nervioso que han satisfecho, al menos parcialmente, esa búsqueda de respuestas a los cuestionamientos establecidos. Por ejemplo, las técnicas bioquímicas han permitido, mediante el uso de aminoácidos radiactivos, peroxidasa de rábano, o mediante el uso de virus como el herpes simplex, marcar retrógradamente un circuito lo cual permite, en principio, conocer cuáles son las proyecciones de una neurona o un grupo de neuronas. El uso de la proteína fluorescente verde, por otra parte, ha servido para marcar sinapsis activas y así ver el desarrollo neuronal tanto en condiciones fisiológicas como patológicas.

Se han diseñado animales genéticamente modificados, los cuales carecen de un gen que interesa estudiar (denominados *knock-out*), que son hoy en día una herramienta que permite conocer la participación de vías de neurotransmisión en diversas funciones, o la funcionalidad de alguna proteína específica.

En la búsqueda de la función que tiene algún determinado grupo de neuronas es posible silenciarlas mediante la inyección del aminoácido Gamma-Amino-Butírico (GABA), que es el neurotransmisor inhibitorio más abundante del sistema nervioso central, o mediante *cooling*, que consiste en disminuir la temperatura de una proporción de tejido y de este modo reducir su metabolismo; dicho tejido pierde funcionalidad, de manera que el investigador puede determinar la función en la cual participaba.

La farmacología también es una herramienta fundamental, pues permite activar de manera arbitraria y muy aproximada grupos celulares. Otra técnica es aquella que se basa en la estimulación eléctrica, es rápida y es de las más utilizadas, pero no es específica y activa todas las neuronas que tiene al alcance el campo eléctrico. La técnica con microelectrodos es más precisa, pero no puede activar circuitos enteros que determinen alguna función, sino solamente una neurona.

Una de las limitantes en la investigación en neurociencias son las propias limitaciones de las técnicas actuales. Si bien se puede conseguir desarrollar líneas de investigación con una tasa de éxito alta, no dejan de tener algunos inconvenientes que pueden superarse, ya sea mejorando la técnica o mediante el uso cooperativo con alguna técnica adicional que coadyuve para responder esas preguntas que hay pendientes, no solo en neurociencias sino también en otras disciplinas. La farmacología, por ejemplo, en muchos casos carece de la especificidad suficiente no solo en estudios *in vivo,* sino incluso en estudios *in vitro,* conduciendo a errores en la interpretación de los resultados.

En el caso de los ratones *knock-out*, la eliminación del gen de interés se hace en estados muy tempranos del desarrollo, lo cual da la posibilidad de que se compense de alguna manera la carencia de dicho gen por fenómenos plásticos conforme el ratón se desarrolla (Crick, 1999). La estimulación eléctrica, ya está dicho.

Francis Crick, en 1999, publicó en un artículo que:

> Para comprender un sistema biológico complejo, uno debe ser capaz de interferir con este de manera precisa y delicada, probablemente a todos los niveles, pero especialmente a los niveles celular y molecular.

Tenemos herramientas que, si bien son muy buenas y han permitido el desarrollo de líneas experimentales en neurociencias, medicina, biología, fisiología, etc., nos llevan a la siguiente pregunta: ¿se puede interferir en un sistema biológico de modo más "preciso y delicado" como sugiere Crick? Sin duda es realmente importante conseguir una mayor precisión y especificidad.

TECNOLOGÍA QUIMIOGENÉTICA

Actualmente se incorporaron nuevas herramientas para la disección de circuitos neuronales y la dilucidación de sus funciones. Estas son las plataformas quimiogenéticas.

La quimiogenética es un método mediante el cual se diseñan proteínas para interactuar con pequeñas moléculas químicas "especiales". En el grupo de las proteínas que se han diseñado están las denominadas proteínas kinasas, los canales iónicos activados por ligando y los receptores acoplados a proteínas G (GPCR, por sus siglas en inglés, *G-Protein Coupled Receptor*), que son en los que me enfocaré porque son los usados más ampliamente dentro de las proteínas diseñadas quimiogenéticamente.

Los GPCRs son una gran familia de receptores que están distribuidos por todo el sistema nervioso central y periférico y que son activados por sustancias ligando sintetizadas dentro del propio organismo. Las proteínas G, a las cuales se acoplan, tienen una ubicuidad tal, que desde luego nos da una idea de su participación en múltiples funciones. Una vez activado el receptor, las proteínas G se encargan de desencadenar la señalización intracelular. Existe un amplio repertorio de proteínas G, de modo que se han clasificado de acuerdo a su función. De manera general, hay tres subtipos de proteínas G a las que se acoplan los receptores: proteínas $G_{s,}$ $G_{i/o}$ y G_q. Las proteínas G_s y la $G_{i/o}$ se definieron con base en la acción que ejercen sobre la adenilato ciclasa y el AMPc, de tal modo que la G_s es excitadora (estimula la adenilato ciclasa con un consecuente aumento en los niveles de AMPc) y la $G_{i/o}$ es inhibitoria (inhibe la formación de AMPc por bloqueo de la adenilato ciclasa). Estos cambios influyen activando o inhibiendo la proteína cinasa A y, por lo tanto, modifican la actividad eléctrica de la célula ya sea aumentando o disminuyendo su excitabilidad (ver Figura 1).

Las proteínas G_q activan a la proteína cinasa C, lo cual modifica también la excitabilidad de la célula. Esta es una clasificación de acuerdo a mecanismos canónicos, pero no significa que sean los únicos mecanismos que transcurren a la activación de los GPCRs. Así, las proteínas G modulan la excitabilidad neuronal de acuerdo al subtipo que sea.

Los GPCRs, estructuralmente, están formados por siete segmentos transmembranales unidos entre sí por asas intra y extracelulares, y suelen tener sitios específicos para la unión con un ligando que los activa (dopamina, histamina, serotonina, péptidos opioides, canabinoides, acetilcolina, etcétera). Al ser la mayor clase de moléculas de transducción de señales, representan uno de los blancos terapéuticos principales en el proteoma. La mayoría de los fármacos diseñados para el tratamiento de enfermedades como la esquizofrenia, depresión, ansiedad, etc., tienen como blanco algún subtipo de GPCR.

Como puede entenderse, la función primaria de los GPCRs es transducir los estímulos extracelulares en señales intracelulares y de este modo participan en múltiples funciones.

Usando la tecnología quimiogenética fue posible diseñar GPCRs con el objetivo de controlar la señalización que estos median y así "encender" o "apagar" circuitos usando moléculas farmacológicamente inertes, pero capaces de activarlos a ellos consiguiendo así una gran especificidad. Estos son los llamados DREADDs (por sus siglas en inglés *Designer Receptor Exclusively Activated by Designer Drug*).

EVOLUCIÓN DE LOS RECEPTORES DE DISEÑO HACIA LOS DREADDs

Existen tres generaciones de quimiogenética basada en GPCRs. La primera generación (diseñada alrededor de 1991 por Strader y sus colaboradores) consistió en el diseño de un mutante de receptor β2-adrenérgico que no se unía a la adrenalina, que es su ligando nativo, pues tenía una mutación justo en el sitio de unión, pero que podía ser activado por L-185,870, que es un ligando sintético. Realmente el L-185,870 tuvo poca potencia para activar al receptor diseñado, pero representó una buena aproximación a los receptores de diseño.

La segunda generación surgió en 1998 (Coward y cols., 1998), fue apodada como RASSLs (receptor activado solamente por un ligando sintético). Este era un receptor opioide que no se activaba con los péptidos nativos pero que sí se activaba con un agonista sintético, la espiradolina.

Hay una característica primordial en la tecnología quimiogenética que es que los receptores diseñados, idealmente no deben ser activados por sus ligandos nativos, sino por un agonista sintético para permitir un mejor control de variables en el estudio que se emprenda, porque eso permitiría "encender" o "apagar" un circuito de manera "artificial" con mucha especificidad. Las dos generaciones mencionadas arriba tuvieron un problema esencial que fue la actividad constitutiva del receptor. Esto se refiere a una activación de proteínas G por parte del receptor aun en ausencia del ligando, de manera que se perdía el control de la señalización asociada a los GPCRs diseñados.

Como una necesidad de mitigar la actividad constitutiva, surge una tercera generación desarrollada entre 2007 y 2009 (Armbruster y cols., 2007; Alexander y cols., 2009), que incorpora la utilización de moléculas que, si bien activan los receptores diseñados, son farmacológicamente inertes. Estos se denominan receptores de diseño activados exclusivamente por drogas de diseño, DREADDs. Más allá de las primeras generaciones, son ampliamente usados como herramienta en múltiples estudios que mencionaré adelante.

Para activar la señalización mediada por proteína G_q se usaron DREADDs basados en receptores muscarínicos humanos 1, 3 y 5: hM1Dq, hM3Dq y hM5Dq, respectivamente (Armbruster y cols., 2007), siendo el hM3Dq el más usado. Así mismo, hay tres G_i-DREADDs, dos basados también en receptores muscarínicos humanos, hM2Di y hM4Di, y uno basado en receptores opioides KORD. El más usado es el hM4Di. Finalmente, para crear los DREADDs acoplados a proteínas G_s, se intercambiaron regiones intracelulares de receptores β-adrenérgicos (que es la región del receptor que une a la proteína G_1 en este caso a la G_s) de eritrocitos de pavo por regiones equivalentes de un DREADD M3 de rata. Cabe mencionar que a diferencia de los G_i-DREADDs y de los G_q-DREADDs,

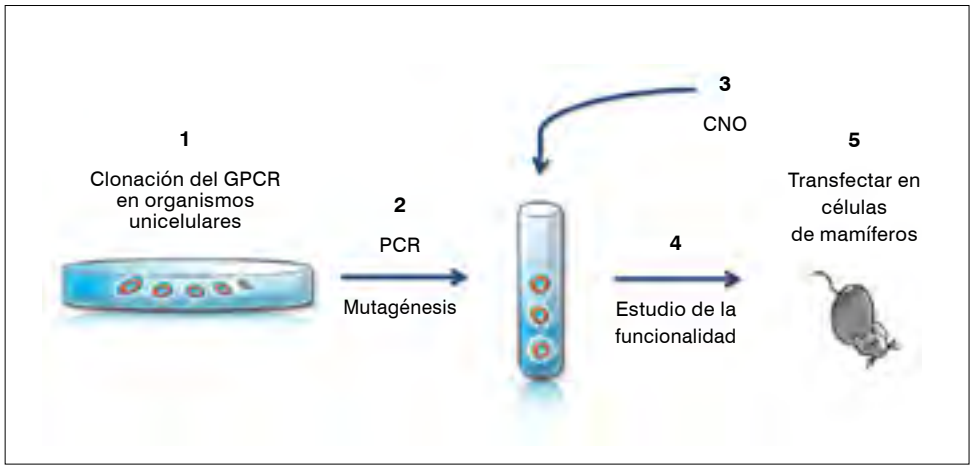


Figura 2. Representación esquemática del proceso para la generación de los DREADDs.

los G_s-DREADDs tienen un pequeño nivel de actividad constitutiva, demostrado en células transfectadas (Roth, 2016).

Como había mencionado antes, los DREADDs se activan por pequeñas moléculas que son farmacológicamente inertes, de esta forma, una vez que se administran van a activar exclusivamente dichos receptores y no interactúan con ningún otro blanco. La molécula más usada es la clozapina N-óxido (CNO), que por estudios realizados en ratones se sabe que tiene una rápida penetración y distribución en el sistema nervioso central (Bender y cols., 1994).

A diferencia de otros fármacos usados para el estudio de la señalización mediada por receptores acoplados a proteínas G endógenos, o a diferencia de estudios optogenéticos que utilizan la luz de determinadas longitudes de onda para activar o inactivar receptores, el uso de los DREADDs tiene varias ventajas. Una de ellas es que la CNO cruza la barrera hemato-encefálica por lo que se puede administrar sistemáticamente mediante inyección intraperitoneal o por vía oral, por ejemplo en el agua que se bebe, de modo que no representa un método invasivo. Su cinética predice una duración relativamente prolongada de la activación, inhibición o modulación, que puede ir de minutos hasta horas, haciendo clara la visualización de los efectos. Además, la activación de DREADDs mediada por CNO no requiere de un equipo especializado y es fácil disponer de él (Sternson y Roth, 2014). Hay otras moléculas que también se han usado para activar los DREADDs, como la perlapina, el compuesto 21 y la salvinorina B, pero hasta ahora el CNO es el que mejor ha funcionado.

De cualquier manera cabe mencionar que es de crucial importancia que en cada serie experimental usando DREADDs se realicen controles apropiados mediante el uso de animales silvestres, es decir, que no tengan DREADDs, pues se sabe que a pesar de las ventajas antes mencionadas de la CNO, es posible que la molécula se reconvierta a clozapina, que es un antipsicótico atípico del cual la CNO es un metabolito. Si bien, la CNO se considera biológicamente inerte (tomando con cuidado esta aseveración), su reconversión a clozapina supone un riesgo, pues dicha molécula podría actuar sobre una variedad de receptores. El equipo de trabajo del doctor Duncan y sus colaboradores en la Universidad de Búfalo, Nueva York, demostraron que la administración de CNO tiene efectos conductuales *in vivo* y se convierte en clozapina y N-desmetilocapina (N-Des), que también es farmacológicamente activa (Duncan y cols., 2016). De ahí la importancia de realizar un diseño experimental con animales controles libres de DREADDs.

¿CÓMO SE HACE Y CÓMO SE INTRODUCE UN DREADDS EN UN SISTEMA BIOLÓGICO?

El grupo del doctor Roth usó la Evolución Molecular Dirigida (EMD) para diseñar los DREADDs (Dong y cols., 2010). Dicho de una manera general, esta es una herramienta que permite reproducir un proceso de selección natural, pero en el laboratorio, con el objetivo de mejorar las propiedades de una proteína en algún aspecto específico que se desee. Eso se consigue mediante un procedimiento que implica mutagénesis aleatorias, cribado y selección (Dong y cols., 2010). Originalmente se emplean organismos unicelulares que expresen alguna proteína G_{α} y en ellos se clona el GPCR. Posteriormente, a esos GPCRs se les induce mutagénesis aleatoria basada en PCR (reacción en cadena de la polimerasa) propensa a errores y se prueba *in vitro* su capacidad para ser activados por el ligando sintético (usualmente CNO). Esos receptores ya funcionales son los DREADDs y están listos para llevarlos a células de mamíferos para estudios *in vivo* (ver Figura 2).

La forma de introducir los DREADDs dentro de un modelo animal para estudios *in vivo* también ha tenido su evolución. En 2011 se utilizó la técnica Cre-On DIO (*Double-floxed Inverse Orientation*), que es una mezcla de tranfección viral y de transgénesis. Este sistema se basa en la capacidad de la recombinasa Cre que es una enzima derivada de bacteriófago, para reconocer y realizar combinación entre unas secuencias llamadas lox: una secuencia transgénica orientada inversa, flanqueada por secuencias lox, que en presencia de la recombinasa Cre experimenta recombinación. Esto cambia su orientación y, a su vez, inicia la transcripción del transgén (o sea, de los genes transferidos). Este sistema es importante por tres características, ya que 1) es altamente selectivo para células que expresan la Cre recombinasa, 2) se consigue un alto nivel de expresión del transgén y 3) es cada vez más sencillo acceder a líneas tanto de ratas como de ratones que expresen la Cre recombinasa (Dobrzanski y Kossut, 2016).

Aunque la primera característica es una ventaja respecto a la transfección viral (que implicaría una expresión menos específica), el sistema Cre-On DIO no deja de introducir los receptores en todas las células de un tipo particular, así que su activación resulta en un efecto conductual general, que en términos de selectividad podría ser considerado como una desventaja bajo algunas condiciones experimentales (Dobrzanski y Kossut, 2017).

Era preciso encontrar una forma de controlar circuitos y poblaciones neuronales de un modo más específico, por lo que surgió el método retro-DREADD que también usa líneas que expresan CRE y está basado en la combinación de inyección viral estereotáctica y expresión de un transgén con un promotor específico. Esta técnica consiste en la inyección estereotáctica de dos vectores virales: el primero expresa los DREADDs de manera dependiente de Cre y se inyecta dentro de la región que contiene los cuerpos celulares de las neuronas de interés, mientras el segundo es un adenovirus canino 2 (CAV-2) que expresa Cre recombinasa y se introduce en las proyecciones terminales. El CAV-2 viaja retrógradamente hacia el soma donde está expresada la Cre recombinasa y esto resulta en la expresión de DREADDs dependiente de Cre dentro de los cuerpos celulares.

Una vez que los DREADDs son introducidos en un sitio de interés, la administración de la molécula que los activa (CNO) lleva a cambios en la actividad celular y es importante saber que, según el sitio en el que estén expresados, permitirán un control espacio-temporal preciso de la señalización por GPCRs. En la Figura 3 hay una comparación entre un GPCR y un DREADD obtenido mediante EMD.

DREADDS ¿PARA QUÉ SE HAN USADO YA? Y ¿CUÁL ES SU POTENCIAL?

Solos o en combinación con otras herramientas, los DREADDs se han usado para diferentes estudios. Algunos ejemplos son los siguientes:

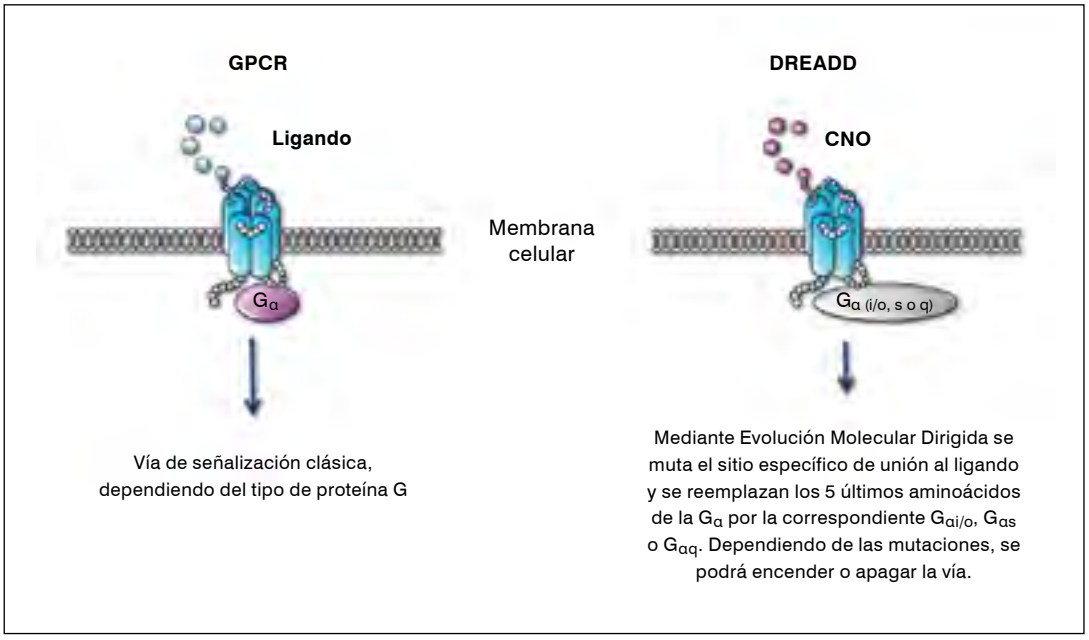


Figura 3. Comparación entre un GPCR activado por un ligando nativo que desencadena una vía de señalización clásica y un DREADD diseñado mediante EMD, que se activa mediante una molécula farmacológicamente inerte (CNO) y apaga o enciende la vía, según las mutaciones que tenga el sistema. De este modo podrá excitar o inhibir a la célula o favorecer funciones tales como la liberación de neurotransmisor, etcétera.

Hablando de placebos, se sabe que las expectativas positivas que se tienen contribuyen a sus efectos benéficos y que esas expectativas positivas son mediadas por el sistema de recompensa del cerebro. El área ventral tegmental es una estructura que se considera un componente clave del sistema de recompensa, así que se usaron los DREADDs para activar neuronas dopaminérgicas de dicha estructura en ratones. Se expuso a los animales a *Escherichia coli* y luego se activó el área ventral tegmental. Al activar dicha estructura, hubo un aumento en la actividad antibacterial de monocitos y macrófagos, que se interpreta como un aumento de la respuesta inmune adaptativa e innata. Con esto se determinó que la activación del área ventral tegmental afecta la fisiología del sistema inmune y probablemente los placebos funcionan gracias a la capacidad del sistema de recompensa de estimular la respuesta inmune (Ben-Shaanan y cols., 2016).

En otro estudio se usaron los DREADDs para estimular directamente el circuito corteza prefrontal-amígdala y se demostró que, al hacerlo, se restauraba la conducta normal en animales deprimidos (Hultman y cols., 2016).

Los DREADDs han contribuido también a determinar el papel del núcleo incertus como modulador de la cognición y la atención, y los comportamientos emocionales y motivados. Esto mediante la activación, *in vitro*, con CNO del hM3Dq-DREADD expresado en este núcleo, que llevó a una depolarización duradera con descarga de potenciales de acción (Ma y cols., 2016).

En estados tempranos de la enfermedad de Alzheimer hay hiperactividad neuronal que puede aumentar la secreción y formación de placas del péptido β-amiloide (péptido neurotóxico que se considera la causa de la muerte neuronal en la enfermedad de Alzheimer). Mediante el uso de los DREADDs en dos modelos de enfermedad de Alzheimer se demostró que la atenuación a largo plazo de la actividad neuronal disminuye la agregación del péptido. Así, se determinó que la modulación de la actividad neuronal podría constituir una estrategia terapéutica para mejorar la patología inducida por amiloides en la enfermedad de Alzheimer (Yuan y Grutzendler, 2016).

También, los DREADDs permitieron determinar que la ketamina induce una respuesta antidepresiva por activación de la vía hipocampo ventral-corteza prefrontal medial, pues al activar dicha vía usando DREADDs se remedó la respuesta tipo antidepresivo de la ketamina (Carreno y cols., 2015).

En un modelo de síndrome de Down se usaron hM3Dq-DREADDs para estimular neuronas que estaban degenerando y que, por lo tanto, inducían a una pérdida de memoria. Al estimularlas aumentó la realización de una tarea de reconocimiento de objetos novedosos que se asocia con un aumento de la memoria. Así, los DREADDs consiguieron aumentar la memoria en un modelo animal del síndrome de Down (Fortress y cols., 2015).

Así como estos estudios, hay más reportados sobre la identificación de neuronas que codifican para la ingesta de alimentos, silenciación de neuronas serotoninérgicas, identificación de neuronas responsables de la sensación de placer, estudios de dolor neuropático, deconstrucción de las acciones de los receptores opioides *in vitro* e *in vivo*, estudios de adicción al alcohol y otras drogas de abuso, por mencionar algunos.

Según el profesor Roth, los DREADDs tienen un gran potencial terapéutico. En su artículo *DREADDs for neuroscientists* del 2016, expresó que:

> Se han sugerido muchas aplicaciones terapéuticas basadas en DREADDs incluyendo diabetes, desórdenes metabólicos, enfermedad de Parkinson, abuso de alcohol y psicoestimulantes, depresión, trastorno de estrés postraumático, convulsiones intratables, desórdenes inflamatorios, autismo y muchas otras enfermedades.

Sea como sea, aún quedan áreas para mejorar la tecnología de los DREADDs, pero lo que se ha avanzado hasta ahora es de mucho valor en neurociencias e incluso otras disciplinas y está generando un considerable número de publicaciones que parece aumentar a gran velocidad

REFERENCIAS

Alexander GM, Rogan SC, Abbas AI, Armbruster BN, Pei Y, Allen JA, Nonneman RJ, Hartmann J, Moy SS, Nicolelis MA, McNamara JO, Roth BL (2009). Remote control of neuronal activity in transgenic mice expressing evolved G protein-coupled receptors. *Neuron* 63:27-39.

Armbruster BN, Li X, Pausch MH, Herlitze S, Roth BL (2007). Evolving the lock to fit the key to create a family of G protein-coupled receptors potently activated by an inert ligand. *Proc Natl Acad Sci USA* 104:5163-8.

Ben-Shaanan TL, Azulay-Debby H, Dubovik T, Starosvetsky E, Korin B, Schiller M, Green NL, Admon Y, Hakim F, Shen-Orr SS, Rolls A (2016) Activation of the reward system boosts innate and adaptive immunity. *Nat Med* 22:940-4.

Bender D, Holschbach M, Stöcklin G (1994). Synthesis of n.c.a. carbon-11 labelled clozapine and its major metabolite clozapine-N-oxide and comparison of their biodistribution in mice. *Nucl Med Biol* 21:921-5.

Carreno FR, Donegan JJ, Boley AM, Shah A, DeGuzman M, Frazer A, Lodge DJ (2015). Activation of a ventral hippocampus-medial prefrontal cortex pathway is both necessary and sufficient for an antidepressant response to ketamine. *Mol Psychiatry* 21:1298-308.

Coward P, Wada HG, Falk MS, Chan SD, Meng F, Akil H, Conklin BR (1998). Controlling signaling with a specifically designed Gi-coupled receptor. *Proc Natl Acad Sci* U S A 95:352-7.

Crick F (1999). The impact of molecular biology on neuroscience. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 354:2021-5.

Dobrzanski G, Kossut M (2016). Application of the DREADD technique in biomedical brain research. *Pharmacol Rep* 69:213-21.

Dong S, Rogan SC, Roth BL (2010). Directed molecular evolution of DREADDs: a generic approach to creating next-generation RASSLs. *Nat Protoc* 5:561-73.

Fortress AM, Hamlett ED, Vazey EM, Aston-Jones G, Cass WA, Boger HA, Granholm AC (2015). Designer receptors enhance memory in a mouse model of Down syndrome. *J Neurosci* 35:1343-53.

Hultman R, Mague SD, Li Q, Katz BM, Michel N, Lin L, Wang J, David LK, Blount C, Chandy R, Carlson D, Ulrich K, Carin L, Dunson D, Kumar S, Deisseroth K, Moore SD, Dzirasa K (2016). Dysregulation of Prefrontal Cortex-Mediated Slow-Evolving Limbic Dynamics Drives Stress-Induced Emotional Pathology. *Neuron* 91:439-52.

Ma S, Allocca G, Ong-Pålsson EK, Singleton CE, Hawkes D, McDougall SJ, Williams SJ, Bathgate RA, Gundlach AL (2016). Nucleus incertus promotes cortical desynchronization and behavioral arousal. *Brain Struct Funct* 222:515-37.

Roth BL (2016). DREADDs for Neuroscientists. *Neuron* 89:683-94.

Sternson SM, Roth BL (2014). Chemogenetic tools to interrogate brain functions. Annu Rev *Neurosci* 37:387-407.

Strader CD, Gaffney T, Sugg EE, Candelore MR, Keys R, Patchett AA, Dixon RA (1991). Allele-specific activation of genetically engineered receptors. *J Biol Chem* 266:5-8.

Yuan P, Grutzendler J (2016). Attenuation of β-Amyloid Deposition and Neurotoxicity by Chemogenetic Modulation of Neural Activity. *J Neurosci* 36:632-41.

Duncan AA, MacLaren, Richard W. Browne, Jessica K. Shaw, Sandhya Krishnan Radhakrishnan, Prachi Khare, Rodrigo A. España and Stewart D. Clark (2016). Clozapine N-Oxide Administration Produces Behavioral Effects in Long–Evans Rats: Implications for Designing DREADD Experiments. *eNeuro* 3 (5) DOI: https://doi.org/10.1523/ENEURO.0219-16

Catalina Valdés Baizabal
Instituto de Neurociencias de Castilla y León-INCyL
Universidad de Salamanca
cvb@usal.es

www.elementos.buap.mx

Los OJOS del maíz como guía de la visión CHAMÁNICA[1]

Antonella **Fagetti**

En la historia de la humanidad, los sueños han tenido una gran relevancia y han sido objeto de reflexión desde la Antigüedad. La ciencia occidental desde hace más de un siglo se ha interesado en ellos y como con todo objeto de estudio ha buscado explicar la razón de su existencia. Los pueblos no occidentales, que han fincado la transmisión de sus conocimientos en la oralidad, que nutren y se nutren de una tradición antigua, no vacilan en reconocer el verdadero significado de los sueños y la verdadera finalidad del soñar. Los sueños muestran ante todo las experiencias del alma, del espíritu, en sus andanzas por el otro mundo. El soñar constituye una facultad propia del ser humano que le permite acceder a un espacio-tiempo donde suelen incursionar de manera temporal las entidades anímicas de aquellas personas que poseen todavía un cuerpo y que aún moran en la tierra. Habitantes permanentes del otro mundo, son los cuerpos desencarnados de quienes tuvieron una existencia terrenal, y ya están muertos, y un sinnúmero de entes, deidades y dueños con quienes los espíritus de "visita" en el otro mundo se encuentran e interactúan.

Imágenes y escenarios oníricos son la expresión de las ontologías de sus creadores, quienes constantemente crean y recrean la "otra" realidad, el otro mundo, invisible, etéreo e impalpable, reflejo y eco de "esta" realidad: el mundo de la vigilia. El otro mundo no es solamente la dimensión a la que se accede por medio del sueño, es

también aquel ámbito espacio-temporal co-existente y co-presente con relación al mundo del aquí y ahora, que se manifiesta de manera constante bajo la forma de percepciones sensoriales insólitas, inverosímiles, sorprendentes y pavorosas, como lo son las apariciones, visiones, voces, los sonidos y olores, que por su forma y contenido no dejan lugar a duda con respecto a su origen.

En la "realidad de la vigilia", la persona solo puede existir en cuerpo y espíritu, como una unidad conformada por "materia pesada" y "materia sutil" (Alfredo López Austin, 1994: 22). El cuerpo físico es un cuerpo vivo precisamente porque está dotado de un espíritu, entendido como el principio vital que le insufla aliento, fuerza anímica, pero también lo dota de raciocinio y volición. El ser humano solo puede acceder a esa "otra realidad" mediante su cuerpo sutil, en virtud de su condición intrínseca, es decir, la facultad que ostenta de separarse temporalmente del cuerpo físico, del cual se desprende para siempre cuando sobreviene la muerte. El espíritu, además de ser una entidad uni-dual, unidad y dualidad, es uno y múltiple, y también ubicuo, es decir, unido al cuerpo físico, pero a la vez capaz de separarse de él o estar fuera de él, por ejemplo "quedado" en un río o en una barranca, por lo cual también es divisible y relativamente autónomo (Fagetti, 2014: 157-158).

Los sueños y el trance son medios para acceder al otro mundo y ambos constituyen estados no ordinarios de conciencia. Al entregarse al sueño, *somnus* en latín, el durmiente sueña, y durante el sueño, *somnium*, pierde el control, aparentemente, de su *alter ego*, condición que prevalece –la de control– en el estado de vigilia. Facultades especiales que distinguen a los chamanes les permiten guiar a su *alter ego* por las veredas del otro mundo; experiencias oníricas que podemos identificar como ensoñaciones, es decir, que no se trata de un simple deambular. El soñador dirige su espíritu y ante él se despliegan escenarios donde actúa con un propósito determinado, a menudo preestablecido el día anterior al sueño. Una de las funciones de los sueños es, por lo tanto, la de indagación, en el sentido de que el especialista ritual busca en el otro mundo, con sus espíritus auxiliares, la respuesta a interrogantes que su paciente/cliente le formula. Puede ser el origen de un padecimiento o de un problema que lo atormenta, el extravío de una persona o la desaparición de un animal. Una vez obtenida la información, a menudo actúa en consecuencia, por lo cual, una segunda función de los sueños se caracteriza por la acción. El especialista ritual realiza una intervención y para ello se prepara la noche anterior: se concentra y piensa en lo que debe hacer, es decir, que el trabajo que debe realizar el chamán tiene una finalidad que determina la intencionalidad de la ensoñación. Una tercera función de las experiencias oníricas corresponde a la recepción de avisos y mensajes de las entidades protectoras y auxiliares, mediante los cuales el especialista ritual aprende cómo curar: la parafernalia que usará, las plegarias que recitará y los cantos que entonará, y qué plantas medicinales debe emplear en el tratamiento de un paciente. Le llegan, además, todo tipo de revelaciones con relación a eventos próximos a suceder, por lo tanto, los sueños son útiles para recibir predicciones, pronósticos y vaticinios de toda índole.

Hablando de la dinámica de los sueños, cuando la persona cae en un sueño profundo, se opera la disyunción y el desprendimiento del cuerpo sutil del cuerpo físico. Su regreso debe ser oportuno, porque si la persona es despertada de improviso, antes de la llegada de su espíritu, puede morir. Algunos pueblos nahuas utilizan el verbo "recordar" como sinónimo de "despertar" (*cf*. Fagetti, 1998), como apunta Mercedes de la Garza (1990: 47), aludiendo a la acción de "recuperar la memoria de esta realidad", en el sentido de que durante el sueño el espíritu se aleja de la "realidad de la vigilia", olvidándose de este mundo. Asimismo, para los nahuas de la Sierra Negra, *onitemiki* significa soñé y *miki* es morir, por lo cual inferimos que el estado del sueño es similar al de la muerte: implica la pérdida de la conciencia del aquí y

Mural de Tepantitla.

del ahora; mientras que *oixpolivic*, que quiere decir "murió", remite a la idea de algo que se pierde, se disipa y se estropea para siempre.

Los nahuas de Tlacotepec de Díaz (Sierra Negra de Puebla) llaman al principio vital *totonal*, "nuestro espíritu". Los sueños son la prueba incuestionable de su deambular. Es él el que abandona el cuerpo y noche tras noche vaga por el otro mundo, o se queda tirado en el lugar donde la persona sufrió un espanto. Otra prueba incuestionable de sus salidas extracorpóreas son las huellas que dejan en el cuerpo los accidentes imprevistos y los encuentros peligrosos y desafortunados, por lo cual, al amanecer, la persona se sentirá débil e inapetente, mientras que por la noche le será difícil conciliar el sueño y podrá tener pesadillas. En la noche se pone al descubierto la extrema vulnerabilidad y labilidad del *tonal*.

Las veredas del otro mundo que recorren los *tonalme* –en cerros y selvas, barrancas y cuevas, arroyos y ríos– y que aparecen de manera vívida y realística en las visiones oníricas constituyen, por lo tanto, espacios peligrosos para el común de la gente, y no solo para la gente en general, también para el "especialista de los sueños", el o la *ixtlamatki*, "el o la que sabe". De hecho, los sueños también son escenarios de la lucha que entabla el *ixtlamatki* contra el *nahualli*, el brujo predador. Mientras que este último acecha al espíritu de su víctima, lo persigue y atrapa, encerrándolo, por ejemplo, en una cueva, el *ixtlamatki* se encarga de su rescate, de liberarlo del encierro y devolverlo a la persona, para que esta recobre su estado ideal: la plena integración del cuerpo físico y el cuerpo anímico.

El *ixtlamatki*, a diferencia del común de la gente, se mueve por el otro mundo con facilidad, conocedor de cada escondrijo, de cada uno de sus habitantes y de cada peligro que esa realidad esconde. Las incursiones del especialista ritual no son meros vagabundeos, por el contrario, a menudo este se sirve de los sueños para "saber"; de hecho, ese es su cometido, lo que debe hacer para ayudar a quienes le piden ayuda. "El que sabe" se adentra al otro mundo, entregado a la búsqueda de las respuestas a las preguntas que sus pacientes o clientes le plantean; cuando quieren saber el paradero de una persona o un animal extraviado, por qué y de qué están enfermos, o cuál es el origen de sus desgracias. Saber la verdad de las cosas es el motivo que impele al especialista a realizar viajes oníricos y a proceder de acuerdo a lo que "vio".

Las experiencias de don Mario, *ixtlamatki* de Tlacotepec de Díaz, ejemplifican la importancia de los sueños en el quehacer de quienes se dedican a la adivinación y la curación. Me interesó especialmente uno de tantos que me relató hace algunos años (*cf.* Fagetti, 2014). Un día, a primera hora, recibió la visita de un hombre que venía de una ranchería cercana, quien llevaba consigo la "ropita" de su nieta, de tan solo tres años. Cuando, después de "limpiar" la prenda, observó a contraluz el huevo sumergido en un vaso con agua, advirtió que su vida estaba en peligro. Por la gravedad de su condición, tenía que atenderla en persona y el siguiente viernes la visitó en su casa. La pequeña yacía en la hamaca, pálida, ya no lloraba de tan débil que estaba. A pesar de haber consultado el huevo –medio de adivinación comúnmente usado por los curanderos nahuas– no podía saber con certeza qué tenía la niña. Pensó entonces preparar una "curación especial" que nunca había utilizado con un enfermo en sus diez años de práctica y, en ese momento, decidió que utilizaría unos granos de maíz de color rojo, porque este tiene más fuerza que el blanco o el azul. El maíz defiende a las personas y aleja de ellas el maleficio porque "está vivo" y tiene su corazón, *iyollo*. En este caso, por ser una niña la enferma, solo emplearía siete granos rojos, mientras que, cuando el enfermo es un adulto y el padecimiento es grave, son doce.

Envolvió cada grano en algodón; amarró cada envoltorio en siete de los doce pulsos, que se nombran *matlactli ivan ome totlalnamikillis*, "nuestros doce recuerdos": en el ombligo, en las muñecas y los pliegues de los brazos izquierdo y derecho, así como en ambos tobillos; en total, siete granos de maíz rojo. Además, en la noche, cubrió a la niña con una tela blanca, prendió siete veladoras y una "vela de siete potencias", la más fuerte; pidió también siete rosas blancas y tres huevos con un listón rojo con la finalidad de prepararle una protección; de hecho, los huevos se entierran, a veces dentro de la casa, a veces afuera, en las cuatro esquinas. La pregunta que rondaba en la cabeza del *ixtlamakti* era: *¿canin itonal mocahtoc*? ¿Dónde se quedó su espíritu? Él necesitaba "ver" qué le había pasado a la niña y saber dónde estaba *itonal* para poder recuperarlo y devolverle la salud. Le apostó a que los siete maíces colocados en los pulsos lo ayudarían a encontrar la respuesta que no había descubierto en el huevo. Sabía que el espíritu de la niña no estaba realmente con ella, sino en otro lado, y que el maíz lo iba a "ubicar"; gracias a él iba a conocer su paradero y el porqué de su deplorable estado. En la noche, pensó: "los siete maicitos van a trabajar, ellos van a dar la respuesta, adónde vamos a encontrar la niña", y se acostó a dormir, no sin antes dirigirse a ellos con esta petición: "Ustedes los pongo aquí en esta tierra, Loma Bonita. ¡Me tienen que buscar ojo por ojo la niña!"; asimismo, invocó la ayuda de los cerros: *Covatepetl*, *Tzitzintepetl* e *Iztactepetl*. Y así lo hicieron esa noche: los ojitos encontraron la respuesta, porque el *ixtlamatki* soñó.

Llegó a una casa donde había un tinaco muy grande con agua. Se acercó y vio que adentro estaba una "bolsa de cuero de cerdo", la sacó y la cortó; adentro se hallaba la niña "¡bien morada!". Pero la niña no daba señales de vida: "así estaba, bien muerta"; entonces insufló su aliento en la boca de la criatura para resucitarla. Con un pedazo de cartón le echó aire hasta que "la niña chilló, ya se movió, ya levantó la mano, la agarré y la llevé a su cama". El sueño, en el cual la liberó de la prisión en la que estaba enclaustrada, fue decisivo porque la niña estaba bajo el efecto de la brujería. Estaba padeciendo lo mismo que *itonal*, su espíritu, encerrado en un cuero y sumergido en el agua donde languidecía, víctima inocente de la venganza de una familia que en realidad había querido castigar a su padre, el cual años atrás había abandonado a una joven con quien vivía para regresar a su pueblo, con la intención de ayudar a su padre en las faenas del campo.

¿A qué se refería don Mario al decir "ojo por ojo"? Él sabe que el maíz posee un espíritu. Cada grano tiene un "ojito" que obedece a la orden del especialista; los siete maíces con sus siete ojos

Mural de Techinantitla.

son entonces sus emisarios, son sus propios ojos, y van en busca del *tonal* en el otro mundo.

Al leer tiempo después la transcripción del sueño, me vino a la mente la imagen de otros ojos: los "ojos descarnados" encontrados por Gordon Wasson en los murales de Teotihuacán. A raíz de la publicación del libro de Arthur Miller, en 1973, *The Mural Painting of Teotihuacan*, quien identifica –labradas en las columnas del palacio de Itzpapalotl– varias hileras de "ojos desprendidos", el célebre etnomicólogo propone que estos "corresponden a los ojos de los adoradores de los hongos que, abiertos o cerrados, contemplan escenas de otro mundo" (Wasson, 1983: 197). En el libro *El hongo maravilloso: Teonanácatl*, publicado en inglés en 1980 y en español en 1983, argumenta que en los edificios laberínticos de la ciudad que floreció entre los siglos V y VI de nuestra era, había cenáculos pequeños donde los sacerdotes ofrecían a los peregrinos pociones enteogénicas elaboradas con hongos y otros embriagantes, como las semillas de maravilla (*Turbina corimbosa* e *Ipomoea tricolor*).

De especial interés es el mural de Tepantitla, escenificación del Tlalocan, el paraíso de Tláloc, donde se aprecian aquellos ojos que él nombra "desincorporados" y que representan el estado visionario o enteogénico. La figura central del mural corresponde a una deidad femenina, sobre cuya cabeza se yergue el "Árbol Florido". De sus ramas brotan flores que destilan gotas embriagantes, acompañadas por "ojos desprendidos". En los arroyos, las caídas de agua o de la fuente que mana de la cabeza de un jaguar –de cuya boca pende un hongo color verde que indica su carácter sagrado– discurre el precioso líquido, donde flotan también "ojos desprendidos". El "Árbol Florido" (*xochicuahuitl*) de Tepantitla, apunta Wasson, se erigía en la fiesta dedicada a *Xochipilli*, el Señor de las Flores, descrita por Diego Durán, que según el autor se celebraba "en honor de todos los enteógenos superiores". Y precisamente en el pedestal donde se asienta el dios están labradas "cinco figuras convexas con los extremos vueltos hacia adentro, dispuestas en un círculo", identificadas por el mismo Wasson como *teonanacatl* (*Psylocibe aztecorum*), mientras que en el cuerpo resaltan flores enteogénicas: la flor del tabaco (*Nicotiana tabacum* y *Nicotiana rustica*), la del *coatl xoxouhqui* (*Turbina corymbosa*), cuya semilla es el *ololiuqui*, la del *sinicuichi* (*Heimia salicifolia*) y la *poyomatli*, la flor del *cacahuaxochitl* (*Quararibea funebris*), quedando una sin identificar, situada en la parte inferior de la pantorrilla del dios.[2]

El hecho de que el cuerpo de *Xochipilli*, el "Dios del Éxtasis", está adornado con flores que sin lugar a duda son, como sugiere Wasson, flores enteogénicas, y que el "Árbol Florido" está vinculado a su fiesta, apuntala la idea según la cual también las flores de aquel árbol que brota de la cabeza de la diosa en el mural de Tepantitla son psicotrópicas y que "toda la escena pertenece al mundo auténtico de la visión enteogénica de los mesoamericanos" (Wasson, 1983: 212). Para los nahuas, la palabra *xochitl*, flor, constituye un tropo no solo

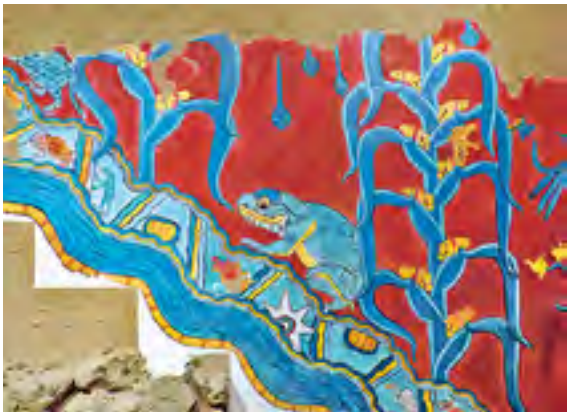
para sus batallas, sino para los enteógenos, nombrados también *temicxoch*, es decir "flores de sueño", lo cual equipara el estado enteogénico con el estado onírico, y como afirma Wasson, "las flores sagradas infundían un aliento de vida, un aliento de alegría y devoción en todos esos otros aspectos placenteros de la existencia sobre la tierra" (Wasson, 1983: 117 y 216). Pero existe otro mural, también teotihuacano, con las mismas características, donde –como señala Jonathan Ott, apoyando la argumentación de Wasson– al igual que en el mural de Tepantitla sobresalen los ojos a los que él nombra "incorpóreos". El mural en cuestión es el de Techinantitla, el cual fue sacado ilegalmente del país en los años sesenta y se encuentra desde hace unas décadas expuesto en el Museo de Bellas Artes De Young, en San Francisco, California.

Descrito por Ott como el mural más largo e importante fuera de México, muestra una "serpiente emplumada de cuya boca salen flores enteogénicas, ojos incorpóreos y gotas de ojos, encima de 12 plantas o árboles, algunos de los cuales tienen gotas de pociones enteogénicas fluyendo de las flores, teniendo algunas de ellas ojos incorpóreos en sus tallos o troncos" (Ott, 2000: 288). En ambos murales, tanto el de Tepantitla como el de Techinantitla, los ojos incorpóreos, según la interpretación de Wasson y Ott, representan "los estados visionarios o enteogénicos" o "el ojo visionario del vidente" (Ott, 1992: 184); sin embargo, precisamente a la luz de los datos etnográficos y de la referencia de don Mario a los ojitos del maíz, considero que los ojos incorpóreos podrían ser también los mismos ojos de las plantas enteogénicas, e inclusive de las plantas onirógenas, que –al estar provistas de un espíritu como el maíz– pueden ver y enseñar a quienes las ingieren, a través de las experiencias extáticas y oníricas, lo que el ser humano no puede percibir sin ellas, es decir, en un estado ordinario de conciencia. Sean los ojos incorpóreos de la planta que induce las visiones, o del vidente, que gracias a ellas ve más allá de lo visible, lo cierto es que desde los tiempos antiguos los pueblos mesoamericanos reconocían, y todavía reconocen los pueblos originarios, en la actualidad, que ciertas plantas permiten conocer las verdades ocultas, desentrañar enigmas y remediar las dificultades de la vida.

En el imaginario de don Mario se ha preservado, quizá, un fragmento de las ideas de los nahuas antiguos plasmadas en algunas de sus pinturas, como es el caso de los murales de Tepantitla y Techinantitla. También me interesa destacar la importancia del número 12 y la correspondencia entre los 12 enteógenos –entre los cuales se registran el pericón, *yyauhtli* (*Tagetes* spp.), el *picietl*, tabaco (*Nicotiana* spp.), el *coaxihuitl* (*Turbina corymbosa*) y el *toloatzin* (*Datura* spp.) (Ott, 2000: 288-289) y los 12 maíces usados por don Mario, que corresponden también a los 12 pulsos que toda persona posee–.

Por otra parte, la concepción nahua del maíz como una planta dotada de espíritu y ojos nos recuerda también las pinturas de Cacaxtla (650-900 d.C.), donde una serpiente de agua discurre por todo el perímetro del mural, y donde sobresalen cañas de maíz, algunas con varios elotes de rostro humano, figuras antropomorfas que denotan una evidente relación entre el ser humano y este grano. Entre tortugas, caracoles, garzas, ranas y culebras, también resaltan algunas flores y uno que otro ojo. Pero esta solo es una ojeada rápida a los murales.

Esa noche en que el *ixtlamatki* soñó, los ojos incorpóreos del maíz vieron lo que él no podía ver y lo guiaron a la casa donde la pequeña agonizaba encerrada en una piel de marrano y sumergida en un tambo con agua. La niña revivió gracias a la curación y a las tres limpias que realizó don Mario. No puedo comprender del todo la significación del sueño y su relación con la recuperación de la enferma. El significado más trasparente, siguiendo la propia interpretación del *ixtlamatki*, indica que –al haberla hallado y sacado del cuero– rompió el maleficio y le salvó la vida. A raíz de ese hallazgo y la oportuna destrucción de la prisión donde estaba recluida, donde estaba oculto *itonal*,



Mural de Cacaxtla.

Detalle del mural de Cacaxtla.

su espíritu, sin poder recibir alimento y sin poder respirar, a punto de morir de inanición y asfixia, don Mario logró su rescate. Según la lógica nahua –que corresponde en general a la lógica del maleficio– el brujo creó un escenario, tal cual lo vio el sabio en el sueño, sirviéndose del nombre de la pequeña y con la información que los clientes agraviados y despechados le proporcionaron. Fabricó un "muñeco", que representaba a su víctima, la niña, y lo encerró en el cuero, que luego colocó en el agua. Esta acción responde al principio de la magia homeopática –según el cual "lo semejante produce lo semejante" (Frazer, 2003)– así como la intervención del *ixtlamatki*, quien –al extraerla del saco y revivirla– pone fin al maleficio y suprime también su influencia maléfica sobre la niña. Si creemos en esta posibilidad, estaríamos aceptando que la magia es una realidad, aplicada tanto en la fabricación del hechizo como en su aniquilación. Imposible verificarlo, tendríamos que comprobarlo mediante algún experimento. Difícil también saber si efectivamente algún brujo urdió el maleficio. Cuando el diagnóstico indica que el enfermo ha sido víctima de brujería, difícilmente, al recuperar la salud, se enfrenta al presunto culpable. Algunos eligen devolver el mal por medio del mismo curandero, pero la mayoría prefiere olvidar el problema y se conforma con haber recuperado su salud y bienestar.

Lo que me queda claro es que los nahuas, como todos los pueblos originarios de México y el mundo, han construido un universo que engloba tanto el mundo del aquí y el ahora, por donde transitan temporalmente los seres humanos dotados de un cuerpo material y un ente espiritual, así como el otro mundo, donde viajan despojados de la materia pesada. En la génesis de ambos mundos intervinieron indudablemente la aptitud y la capacidad, intrínsecamente humanas, de soñar y experimentar estados de conciencia ampliada. A partir de la compenetración total y empatía profunda con el cosmos –que el ser humano experimenta gracias a las experiencias oníricas y extáticas– ha creado "otras" realidades que dan cuenta de la existencia de entes superiores, todopoderosos, omnipresentes, hacedores de todas las cosas y todos los seres, a quienes sustentan, tutelan y gobiernan.

En los sueños todo puede suceder porque no hay límites espacio-temporales, por ello, los diagnósticos son certeros y las acciones que emprende el especialista ritual son sumamente efectivas. Los sueños, por tanto, tienen una función precisa; ofrecen la explicación acerca de la enfermedad de una niña para poder devolverle la salud y le brindan al especialista la oportunidad de intervenir con acierto y acabar con el mal. Pero surgen algunas interrogantes: los adultos, los padres y los abuelos de la pequeña, conocen y comparten la explicación que el *ixtlamatki* ofrece, aceptan las razones que impulsaron a la familia de la exnovia a contratar los servicios de un brujo, pero

ellos no están enfermos, es una niña de tan solo tres años la víctima, incapaz de entenderlo y por tanto de "sugestionarse" con la narración del sueño. En este caso preciso, la actuación de don Mario no pone en juego la eficacia simbólica, a la que tanto recurrimos los antropólogos para explicar la recuperación de la salud de los enfermos. Debemos reconocer entonces que la niña sana por otros motivos: todo indica que se debió a las tres limpias que le suministra el especialista, por lo cual estaríamos reconociendo la eficacia de estos procedimientos "espirituales", calificativo que proporciona el mismo don Mario. Si la sanación se logra gracias a las limpias, el sueño permanece simplemente como una "parafernalia simbólica" del especialista, como una gran "metáfora de la enfermedad" que muestra una explicación plausible de la misma y da lugar a la intervención del especialista, la cual seguramente tiene secuelas positivas en el paciente y su familia. De hecho, a pesar de que ya comenté que el chamán logra dirigir las incursiones de su *alter ego* en el otro mundo, porque así lo inferimos de los relatos sobre sus experiencias oníricas, la narración de don Mario lo sitúa en una perspectiva diferente, como si él fuera espectador de la actuación de su espíritu guiado, a su vez, por los ojitos del maíz. Es como si su *alter ego* le transmitiera las imágenes de lo que sucedió en la noche, de lo que hizo cuando encontró el tambo donde estaba escondido *itonal* de la niña y de cómo la salvó. Es como si su *alter ego* fuera autónomo y gozara de una gran libertad para actuar.

Los nahuas idearon un "otro-mundo" que determina en buena medida su calidad de vida; otro mundo que –como decía– encierra amenazas y peligros para los *tonalme* que se desplazan en él; concibieron –al mismo tiempo– múltiples estratagemas para sortearlos y para remediar infortunios y padecimientos que derivan de encuentros desafortunados y ataques premeditados. Mientras que la ciencia no ha esclarecido plenamente la función de los sueños, para los nahuas no existen dudas al respecto, porque los sueños han sido la fuente inagotable de donde manan las concepciones, ideas, símbolos, imágenes y nociones sobre el mundo, que heredaron de sus antepasados y que recrean y nutren el imaginario e ideario colectivos. La función del soñar está profundamente arraigada en las formas simbólicas de construcción del mundo en que viven, y los sueños constituyen un ejercicio cotidiano para conocer el futuro, comunicar con las entidades extrahumanas, descubrir las causas del sufrimiento y hacerle frente. Para nosotros, el acto de dormir cierra las puertas del mundo exterior y nos permite sumergirnos en el mundo interior; por el contrario, para los nahuas el sueño cierra las puertas del mundo exterior, pero libera al *alter ego* de sus lazos con este mundo, que lo amarran a la materia pesada y le abren las puertas hacia el universo entero. Los sueños son, por tanto, instrumentos de conocimiento y aprendizaje, para el especialista ritual constituyen un medio eficaz para adivinar, curar y, a través de ellos, cuidar de la salud y el bienestar de la gente.

El arte del soñar es propio de los chamanes, son ellos quienes dominan el vasto territorio que abarca el otro mundo (Fagetti, 2015). Para don Mario, *ixtlamatki* experimentado, cuya praxis chamánica se sustenta en la facultad de soñar, los ojitos del maíz devienen un poderoso aliado que potencia la visión chamánica. En este sentido, se puede afirmar que mientras los enteógenos provocan el trance en un estado de vigilia, de manera similar, ciertas plantas son onirógenas, es decir, inducen los sueños. En el caso preciso del maíz, lo cierto es que –según don Mario– cada uno de sus granos está dotado de un ojo incorpóreo que –como los ojos de las plantas enteogénicas– lo guían en sus viajes extra-corporales, le permiten ver, conocer, percibir, descubrir, adivinar, curar, y velar por el bienestar de todos.

NOTAS

[1] El artículo se inscribe en el proyecto financiado por el CONACYT: "Procesos de adivinación/sanación/reparación/propiciación en el

© Antonio Álvarez Morán. *Retrato del retrato de Sor María Ignacia de la Sangre de Cristo de Alzibar*, 2011.

contexto del conocimiento y la práctica del chamanismo de los pueblos indígenas (CB-2014-01-241774-continuación).

[2] Con relación a la flor del *cacahuaxochitl*, Lilián González Chévez (2015: 306) sugiere que podría corresponder no a la *poyomatli*, sino a la flor amarilla con forma de cáliz de *Solandra guerrerensis*.

BIBLIOGRAFÍA

Fagetti A (1998). *Tentzonhuehue. El simbolismo del cuerpo y la naturaleza*. México: Plaza y Valdés y Universidad Autónoma de Puebla.

- (2014). Periplos por el otro mundo: el chamanismo nahua. En Luis Millones y Silvia Limón Olvera (coord.), *Iluminados, hechiceros y sanadores. Prácticas y creencias en México y Perú (*pp. 121-164). México: U.N.A.M.

- (2015). *Iniciaciones chamánicas. El trance y los sueños en el devenir del chamán*. México: Siglo XXI e Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Frazer JG (2003). *La rama dorada. Magia y religión*. México: Fondo de Cultura Económica.

De la Garza M (1990). *Sueño y alucinación en el mundo náhuatl y maya*. México: IIF-UNAM.

González Chévez L (2015). Fragmentos de un complejo chamánico-enteogénico entre los nahuas de Guerrero. A propósito de las especies en uso actual y sus antecedentes. En Beatriz Albores Zarate (Coord.), *Flor-flora. Su uso ritual en Mesoamérica* (pp. 275-324). Estado de México: Fondo Editorial Estado de México y El Colegio Mexiquense.

López Austin A (1994). *Tamoanchan y Tlalocan*. México: F.C.E.

Ott J (1992). Los ojos desincorporados. En R. Gordon Wasson, Stella Kramrisch, Jonathan Ott y Carl A. P. Ruck. *La búsqueda de Perséfone. Los enteógenos y los orígenes de la religión* (pp. 177-185). México: F.C.E.

- (2000). *Pharmacotheon. Drogas enteogénicas, sus fuentes vegetales y su historia*. Barcelona: La Liebre de Marzo.

Gordon Wasson R (1983). *El hongo maravilloso: Teonanácatl. Micolatría en Mesoamérica.* México: F.C.E.

Antonella Fagetti
Maestría en Antropología Sociocultural
Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
antonellafagetti@yahoo.com.mx

www.elementos.buap.mx

Cada cosa es SAGRADA:
una historia de monjas

María **Villatoro,** la Textoservidora

"Cada cosa es sagrada. Cada ser, un santo.
Cada lugar, el cielo"
Patti Smith

Las paredes del hoy Museo de Arte Religioso Santa Mónica guardan como secreto el origen de una cierta devoción que dio pie a que las monjas en Puebla sean, más que personajes poco frecuentados en las temáticas sociales contemporáneas, protagonistas, musas y estrellas de la obra de uno de los artistas plásticos más representativos de la ciudad: Antonio Álvarez Morán, quien en 1976, siendo adolescente, y en una extraña, pero muy eficiente, combinación "morbo-fascinamiento-curiosidad", adquiere la misión, casi orden divina, de gestar la reinterpretación no solo del arte virreinal en México, sino de la iconografía sagrada y su concepto.

> Las iglesias están llenas de arte y son lugares públicos donde la gente, quien quiera que sea, puede ir a vivir la experiencia del arte. Siendo así, el arte religioso es una verdadera aproximación al pueblo –comenta Álvarez Morán–.

Pensar en la vida conventual, lejos de ser una monotonía para Antonio y un pasar a viento suave, es un hervidero de tormentas en donde el arte se hace presente a

© **Antonio Álvarez Morán.** *Retrato del retrato de Sor Joaquina del Señor San Rafael*, 2012.

© Antonio Álvarez Morán. *Monjápolis*, 2013.

cada momento, no ya exclusivamente en los inmuebles o los objetos que se pueden encontrar en ellos, sino en lo que ocurre dentro de los muros. Mujeres en enigmáticos hábitos autoflagelándose con cilicios, clavos y azotes; relicarios con restos de sangre, huesos y miembros humanos; historias de hazañas extraordinarias que incluyen bilocación, televidencia o figuras de yeso que cobran vida, parecieran escenas de un *performance* posmoderno o elementos de alguna *instalación* en el Museo de Arte Moderno, pero no, son también algunos de los motivos por los que Antonio Álvarez Morán decide que la temática conventual necesitaba ser exhibida desde una perspectiva más adecuada, o al menos desde una perspectiva donde su propio concepto de realismo mágico pudiera resaltar lo extraordinario que habita en los ambientes religiosos.

En el año 2011, cuando se concibe su proyecto *Engaño colorido*, título retomado de la obra de Sor Juana Inés de la Cruz, Álvarez Morán llega a la conclusión formal de todas sus disertaciones y descubrimientos sobre el tema "monjístico". En ella se muestran reinterpretaciones de retratos de monjas y monjas coronadas de la época virreinal (siglos XVII y XVIII), en donde aparece un punto determinante en la obra "monjística" del autor: los retratos de retratos.

> En el retrato se puede expresar la atracción por la figura y el personaje representado. El retrato es capaz de captar la esencia del individuo, convierte a la figura en un ser animado. Veo a las monjas retratadas como seres vivos –acierta el artista–.

© Antonio Álvarez Morán. *Retrato de la venerable hermana Amy Winehouse*, 2014.

© **Antonio Álvarez Morán.** *Sor Marta Antonia Josefa de la Velocidad de la Luz,* 2015.

1. Grabado impreso en tela con forma de corazón que muestra una imagen de la Virgen de la Covadonga, quien ayudó a la expulsión definitiva de los moros en España.

2. Medalla que representa a Don Pelayo quien, a pesar del profundo amor que sentía hacia una joven mora, dirigió a los ejércitos cristianos en su lucha contra los musulmanes invasores impidiendo su avance al norte de España. Esta actitud mereció que le nombraran Rey.

3. Escapulario de la Virgen del Carmen, considerada patrona de la Armada Española, y de quien fuese sumisa devota Sor Marta Antonia durante su encierro en el convento de las Agustinas Recoletas de Puebla en el siglo XIX.

4. Medalla del Divino Rostro que hace referencia al sufrimiento y el dolor provocado por los horrores de las guerras.

5. Medalla de la Virgen que perteneciera al Rey Pelayo y que le acompañaba en todas sus batallas, excepto en la última, cuando perdió la vida trágicamente.

6. Cuatro misterios de un rosario azul que, en el significado litúrgico de los colores, simboliza el amor, la fidelidad y el afecto. Los cuatro misterios hacen alusión a las cuatro ocasiones en que, secretamente, se reunieron los amantes.

7. Fotografía de una escultura de San José de la Montaña rodeado de cartas. Era una costumbre, entre los militantes del ejército cristiano escribir sus peticiones en cartas que enviaban a su santuario. La petición de Pelayo fue que, a toda costa, su amada estuviera a salvo.

8. Corazón metálico con una espada atravesándole que encarna el sufrimiento que causó la separación definitiva entre el Rey Pelayo y la joven mora quien, 18 siglos, 33 años, 5 meses y un día después, se transportaría al nuevo continente, convirtiéndose al cristianismo y tomando el hábito.

Con el fin de realizar un *Engaño colorido* que pudiera transmitir esta perspectiva animista, Antonio Álvarez tuvo que adentrarse al mundo de los conventos y penetrarlos, de manera literal, ya que, a base de visitas, entrevistas e interacciones con monjas dentro de los conventos, ha llegado a ser un experto conocedor de este restringido mundo "monjístico".

¿Qué ocurriría si un retrato, además de presentarnos la figura de un personaje, nos mostrara su historia y su entorno? Tendríamos una obra que más allá de plasmar la esencia estética del individuo retratado, expone y manifiesta su biografía, resultando así en verdaderas reseñas históricas en forma de *retratos-territorio*. Álvarez Morán consolida esta técnica como ícono de sus historias de monjas que resulta única en Puebla, y quizá en todo México.

© Antonio Álvarez Morán. *Retrato-territorio del Lirio de Puebla*, 2013.

Desde niño, Antonio tuvo la afición de coleccionar objetos secuestrados de los cajones de sus abuelos, desde envolturas de chicles hasta pequeños crucifijos, y todas aquellas cosas raras para un niño que resultarían objetos inservibles para algunos adultos, fueron haciendo una vasta colección de material para poder integrarlos a obras artísticas, a manera de ensamblajes, que bien sirvieron para reseñar las historias de monjas famosas universales que estuvieron involucradas con los conventos poblanos en los originales *retratos-territorio*.

Siendo parte de una familia católica, un día Antonio dejó de ir a misa para escuchar *rock and roll* y, no obstante, esta aparente "ruptura" jamás pudo haber tenido éxito porque las monjas estarían ligadas a la vida del pintor; por ejemplo, es bien sabido, y documentado está, que parte de la familia paterna de Álvarez Morán, los Golzarri, resguardaron a monjas y clérigos durante el conflicto cristero. Incluso, la urna con los restos de una monja poblana venerable conocida como El Lirio de Puebla estuvo resguardada en casa de su familia. También podemos mencionar que figuras católicas como el Santo Niño Cieguecito han marcado desde la infancia la conexión que el artista tiene con el tema religioso, al punto de haber donado su castaña cabellera para la elaboración de una peluca que luciera la imagen de dicho niño en el convento capuchino de Puebla.

De todo este bagaje surge *Monjápolis*, una gran instalación hecha con dibujos en tinta china de monjas que fue conociendo a través de pinturas y grabados de autores de siglos pasados y que, por alguna razón, decidió ir guardando en forma de dibujos propios. Quizá el acercamiento más entrañable e íntimo que ha vivido Antonio Álvarez al respecto, fue cuando un 10 de agosto, único día en que abren

Colección personal de objetos, Antonio Álvarez Morán.

© **Antonio Álvarez Morán.** *Crónica capilar*, 2010.

el convento de las capuchinas, conoce a la hermana Socorro, monja de aquel claustro que gustaba de la pintura y a quien habían encomendado la elaboración de un gran cuadro de la Virgen de la Medalla Milagrosa. Tras haber establecido una conversación con el artista, y motivada por la historia de El Lirio de Puebla, la hermana Socorro acepta las asesorías de Antonio Álvarez Morán para realizar la pintura encargada. De manera casi clandestina, Antonio acudía semanalmente a asesorar a la religiosa, situación que le obligaba a adentrarse, literalmente hasta la cocina del convento, cosa casi impensable para cualquier persona y sumamente difícil para un varón.

Instalaciones como *La monja enjaulada* o actividades como *La monja del mes* (en Facebook desde el 2012) siguieron avivando la fructífera relación Álvarez-Monja. Ya para 2016, el tema "monjístico" de Álvarez Morán le había caracterizado y, dicho en un término que seguramente aceptará de buena gana, le había estigmatizado, haciendo irrefutable su enorme aporte en el tema de la reinterpretación del arte religioso con su inconfundible temática.

> Hoy en día todo lleva la palabra "santo", desde el nombre de un bar hasta el de un libro. En tiempos donde lo trivial y lo vano imperan, siempre será una buena fórmula para hacer tendencia el hablar de temas que rediman el desamparo en el que vive el hombre. Los temas religiosos y espirituales son una excelente alternativa. Yo marqué esta tendencia –comenta–.

De Antonio Álvarez Morán ya se ha dicho que es una "monja reencarnada" y yo, a consideración personal, refutaría este título.

Su mente inquieta y creativa, su tendencia al hedonismo y esa forma tan particular de expresar su espíritu libre, jamás podrían conformarse al ambiente conventual, y, sin embargo, lo que es innegable

es la admiración, con su pertinente envidia, que este artista manifiesta por la vida devocional, ascética y contemplativa, así como el reconocimiento al respecto de que las monjas (al menos claramente las del siglo XVII y XVIII que son eje central en su obra) fueron personajes femeninos pertenecientes a una minoría que se rehusaba a aceptar los patrones sociales convencionales de la época colonial, apareciendo también como figuras pertenecientes a una contracultura que se gestaba tras las puertas de un claustro.

Considero que, dentro o fuera del convento, la obra "monjística" de Álvarez Morán es tan contundente y alentadora debido a que justo recorre el camino, pocas veces transitable, de los límites. A cualquier ser humano nos parecería atractivo vivir en la frontera entre lo permitido y lo prohibido, la pretensión y el sacrificio, lo correcto y lo incierto, etcétera. Esta obra va caminando en la estrecha vereda donde nos encontramos de frente con *Eros* y en el otro sentido con *Tanatos*, en ese lugar donde lo místico y lo profano se contemplan y, en pleno uso de la dialéctica, generan un nuevo lenguaje, un lenguaje incluyente en el que la sobriedad de una monja coronada puede estar representada por una Patti Smith afirmando que Jesús murió por los pecados de alguien que no son los de ella. "Estar en el límite sin afán de transgredir" –diría el propio Antonio–.

¿Es esta historia de monjas una historia terminada? Definitivamente no. Actualmente, los proyectos con la temática "monjística" han alcanzado el mundo cinematográfico con la creación de una serie de cortometrajes bajo el título de *Los misterios de las monjas vampiras*, que conjugan la ficción y el terror en un ambiente surrealista enmarcado en hechos históricos. Este proyecto, que comenzó a desarrollarse desde el 2016, ha arrojado ya el primer misterio de la serie: *Las monjas vampiras contra el hijo de Benito Juárez*, título que próximamente será presentado en la XIII Bienal del Congreso de la Asociación Gótica Internacional en la UDLAP de la Ciudad de Puebla.

© **Antonio Álvarez Morán.** *Retrato de Sor Patti Smith*, 2011.

© **Antonio Álvarez Morán.** *Santo Niño Turista*, 2012.

© **Antonio Álvarez Morán.** *Fotograma de Las monjas vampiras contra el hijo de Benito Júarez*, 2016.

© **Antonio Álvarez Morán.** *Sagrado Corazón Álvarez Golzarri,* 2012.

La medicina HOMEOPÁTICA en el siglo XXI

Thomas **Scior**
Héctor H. **Pérez Ramírez**

El resultado más frecuente de una intervención médica (anamnesis y diagnosis) a una persona enferma es la prescripción de una farmacoterapia, es decir, el tratamiento con medicamentos. En muchos países, los medicamentos empleados son dispensados con exclusividad por profesionales en la atención farmacéutica (Scior, 1999; Scior, 2000) y normalmente son de carácter alopático (Mutschler y Derendorf, 1999), por lo que a los productos utilizados por la homeopatía se les considera como parte de la medicina alternativa (Csaller, 1996).

Los medicamentos usados en la actualidad son definidos como toda preparación industrial o manual basada en una o más sustancias sintéticas o biosintéticas con propósito diagnóstico (medios de contraste), curativo (antibióticos), paliativo (extracto vegetal), sustitutivo (insulina) y/o profiláctico (vacunas). Todo esto en los seres vivos, humanos y animales. La medicina alopática es literalmente un tratamiento con sustancias (fármacos) que producen síntomas diferentes (del latín *alos*) de los que produce la enfermedad (del latín *pathos*) en un individuo sano.

Por otra parte, los remedios homeopáticos son formulaciones con sustancias (no bien caracterizadas), en cantidades mínimas, que tomadas en dosis excesivas causan efectos o síntomas semejantes (del latín *homois*) a los de la enfermedad que padece el paciente.

A menudo se piensa que hablar de plantas medicinales es hablar de la homeopatía y esto no es cierto. La homeopatía y la alopatía pueden utilizar las mismas fuentes, por ejemplo el *Arnica montana* (Wichtl, 1984). En ocasiones aparecen también preparaciones manuales provenientes de la farmacia galénica, lo que tampoco quiere decir productos homeopáticos (Wurm, 1993).

El fundador de la homeopatía, Samuel Hahnemann, introdujo ambos términos para distinguir su nueva terapéutica de la metodología preponderante en el siglo XIX a la que llamó alopatía (Csaller, 1996): *homoios*: similar, lo mismo; *alos*: el otro, diferente; *pathos*: padecimiento, dolor, enfermedad.

En la Europa medieval la farmacia fue separada de la medicina en 1241 por decreto imperial. La profesión del entonces boticario se separó por actividades bien definidas y complementarias a aquellas del médico, el entonces curandero. A veces, la misma persona estudiaba ambas profesiones. Fue el caso del médico cirujano *y* farmacéutico Samuel Christian Frederick Hahnemann (1755-1843), quien publicó su nueva teoría sobre la homeopatía en 1810 (*Organon del arte de curar*, Prado, 2006). Anteriormente se había desilusionado de los tratamientos de entonces, entre los que se hallaban prácticas violentas como la sangría, la purga y grandes dosis de medicinas que a menudo debilitaban más a los enfermos que la propia enfermedad. Hahnemann fue uno de los primeros médicos en preocuparse clínicamente por los enfermos abogando por la mejora de la escasa higiene e insistiendo en la importancia de una buena dieta, aire fresco y un mejor nivel de vida para todos. Frustrado, dejó de practicar la medicina y a partir de 1789 se dedicó a traducir textos médicos como políglota (además de su idioma materno, el alemán, hablaba latín, griego, francés, inglés, español, hebreo y árabe). Gracias al descubrimiento del Nuevo Mundo y a las exploraciones del subcontinente sudamericano llegaron nuevos conocimientos y plantas medicinales a Europa. Traducía una obra acerca de la corteza de quina cuando recordó haber ya tomado el extracto (quinina) para curar sus fiebres tercianas (malaria, o paludismo, fiebre que aparece intermitentemente y que hoy sabemos es ocasionada por el parásito *Plasmodium vivax)*. Luego decidió verificar otros efectos descritos en el libro. Él mismo se sometió a un tratamiento con grandes dosis de quinina durante varios días y observó que reaparecieron los síntomas relacionados con las fiebres tercianas que él había sufrido mucho antes. A partir del autoestudio con altísimas dosis de quinina concluyó que todos los remedios que curan las fiebres recurrentes provocan la misma fiebre. Continuó con sus experimentos y regresó a practicar la medicina (Haehl, 2003). Hahnemann observó en sus pacientes que, al diluir los remedios usados en la época, ocurría una mejoría que él interpretó como potenciación del efecto curativo.

Hahnemann vivía en la época de transición entre la Edad Media, bajo el dominio de la religión, y el comienzo de la investigación científica que poco a poco se incluía en las actividades humanas:

© Antonio Álvarez Morán. *Retrato-territorio de Santa Catalina de Siena,* 2013.

la medicina, la astronomía, la geografía, la botánica, la zoología, la ingeniería, etcétera. Su aportación al desarrollo de la medicina era el cuidado novedoso del paciente (incluyendo consultas personales en casa del enfermo). Muchos curanderos contemporáneos no se molestaban con tales observaciones clínicas (del griego *kliné*, cama). Hahnemann observó que cuanto más baja era la dosis, menos sufrimiento tuvieron algunos de sus pacientes, lo que interpretó como un aumento de la potencia curativa. Asimismo, cuando los remedios eran administrados a los pacientes en sus casas, resultaban más potentes que cuando se los administraba en el consultorio.[13] En aquella época iba desarrollándose la física mecánica que describía la naturaleza de las fuerzas y transformaciones energéticas (*Philosophiae Naturalis Principia* de Isaac Newton, 1642-1727). Probablemente dicha ciencia novedosa inspiró la mente lógica de Hahnemann y, con los conocimientos de su época, razonó que la mejoría del paciente era producida tanto por una dilución cada vez más "potente", como por el movimiento (energía acumulada)

© Antonio Álvarez Morán. *Retrato-territorio de Santa Mónica,* 2012.

realizado por el caballo con el que se desplazaba para efectuar sus visitas. Lógicamente, decidió imitar el movimiento rítmico para preparar remedios muy diluidos. Así nació la homeopatía, con dilución y dinamización (Scior, 2000).

¿FUNCIONA LA MEDICINA HOMEOPÁTICA?

La homeopatía tiene dos principios fundamentales: *similia similibus curantur* (lo semejante se cura con lo semejante, o curas similares) y la infinitesimalidad. Sin embargo, estos son conceptos demasiado abstractos; fundamentalmente, el principio de "curas similares" describe el tratamiento de una enfermedad con bajas o infinitesimales dosis de fármacos que, administrados a dosis altas a un individuo sano, producirían efectos parecidos a los que se intenta combatir (Csaller, 1996). La homeopatía busca aquellas substancias que tengan la capacidad de producir en un hombre sano efectos semejantes a la patología que se desea tratar. Por ejemplo, en dosis elevadas, los extractos de una planta de América del Sur (*Ipecacuana radix*, con alcaloides como la emetina) provocan náuseas y vómitos; en cambio, a dosis infinitesimales, debe curar las náuseas y los vómitos.

El segundo principio supone un aumento de la bioactividad de un remedio por un proceso de dilución conocido como potenciación. Para la dilución de la materia prima sólida o líquida de manera sistemática se aplican métodos industriales de la tecnología farmacéutica. La disminución de la concentración del supuesto fármaco dentro de la materia prima (tintura madre, TM) implica trabajo, es decir, energía mecánica; dicha energía se acumula en la preparación manual del remedio homeopático al diluir la sustancia. Los medicamentos homeopáticos se elaboran con base en sustancias de origen vegetal, animal y mineral (Wurm, 1993), y en ello no se distinguen de los medicamentos alópaticos; la distinción se basa en que la alopatía desarrolla la dosificación objetiva con dosis terapéuticas mínimas y máximas, en tanto que la homeopatía

se basa en la dilución de las sustancias activas para aumentar su "potencia terapéutica".

La preparación de los medicamentos homeopáticos se realiza en varias etapas, primero se pesa la materia prima, después se corta, macera, filtra, prensa y se filtra de nuevo para obtener la tintura madre (TM). A partir de esta se obtienen las distintas diluciones y trituraciones homeopáticas. La dilución consiste en una serie de operaciones sucesivas de reparto del extracto en un vehículo inerte, generalmente etanol en solución. Las operaciones se anotan como Decimal Hahnemanniana (DH) y Centesimal Hahnemanniana (CH).

El aumento del efecto curativo, la potenciación o dinamización se postula como el proceso por el cual se le proporciona a una solución un mínimo de 100 agitaciones enérgicas por minuto. La TM sufre un cierto número de diluciones acompañadas por un "aumento de energía". Este número de diluciones corresponde al CH o DH, indicado en la etiqueta del medicamento. Hoy en día, con los avances tecnológicos industriales, las diluciones se realizan con los medios industriales modernos: aire filtrado y en condiciones estériles bajo una campana de flujo laminar, tableteadoras automáticas, entre otras.

Las diluciones o trituraciones son después impregnadas o incorporadas en diversas formas farmacéuticas sólidas, semisólidas y líquidas: gránulos, glóbulos, comprimidos (tabletas), supositorios, pomadas, gotas y ampolletas (Wurm, 1993). Dichas formas no son exclusivamente utilizadas para fabricar el medicamento homeopático. Sin embargo, pueden ser características esenciales del medicamento homeopático si son preparadas mediante la dinamización, lo que aporta a la medicina homeopática su efecto curativo, según los homeópatas (Pardo, 2006).

Tres críticas se articulan contra la homeopatía: 1) al diluir la concentración del principio activo se pierde el efecto farmacológico; 2) por lo tanto, no se puede descartar un efecto imaginario de tipo placebo, y 3) Hahnemann y sus contemporáneos no conocían las bases modernas de la farmacología y no lograron definir los rangos terapéuticos, subterapéuticos o tóxicos por sobredosis de los remedios. Incluso hoy en día quedan todavía muchas preguntas o dudas y no todos los procesos moleculares, celulares y del organismo sano y enfermo pueden ser explicados. Así, la homeopatía ha sobrevivido debido a las inconsistencias en las farmacoterapias, a los errores en el diagnóstico, y al uso irracional de medicamentos modernos.

En general, se pueden aplicar ciertos remedios de la medicina alternativa cuyo carácter es mucho mejor descrito como "remedios complementarios", ya que no son sustitutivos, pero pretenden ser equivalentes. Aromaterapia, remedios florales o algunas plantas medicinales (fitoterapia) se pueden integrar en el arsenal de los medicamentos alopáticos, pero deberían distribuirse bajo la misma ley que lógicamente debe exigir la calidad tecnológica y la inocuidad toxicológica requerida para los medicamentos alopáticos, pero no la eficacia terapéutica para permitir la coexistencia con la alopatía establecida. Tales remedios deberían ser tratados económicamente con el mismo derecho exclusivo de dispensación por parte de un colegio profesional instruido y no por canales comerciales oscuros y sin formación profesional (Internet, tiendas naturistas, mercados no regulados, etcétera). Independientemente del nivel económico o social de los pacientes, los remedios homeopáticos por ningún motivo deben, ni pueden, sustituir a la medicina alopática (científica).

La farmacología moderna observa que en concentraciones subterapéuticas no ocurre el efecto deseado; por ejemplo, los antibióticos requieren una concentración plasmática mínima, siendo esta la concentración inhibidora mínima (*minimal inhibitory concentration,* MIC). Durante la farmacoterapia se mantiene la concentración dentro de un rango terapéutico experimentalmente determinado para optimizar el efecto deseado. Dentro de dicho intervalo dominan los efectos deseados (Mutschler, 1999).

En el siglo XX se ha introducido la dosimetría como estrategia (alopática) para evitar dosis subterapéuticas y sobredosis empleando exclusivamente principios activos en concentraciones conocidas (Jaehde, 1998). También existen recomendaciones de dosis por parte de la industria farmacéutica en las etiquetas de algunos de sus productos.

Existen diversos trabajos en la literatura que señalan la ausencia de estudios objetivos y fidedignos que avalen la eficacia de la homeopatía (Linde y cols., 1997). Un grupo de investigadores realizó una revisión de tipo meta análisis acerca de 80 estudios clínicos con medicamentos homeopáticos y encontró 40 % de estudios positivos contra 60 % negativos (Strubelt y Claussen, 1999).

También hay críticas desde el propio lado de la homeopatía: Markus Wiesenauer, un homeópata contemporáneo alemán reconocido por su integridad, reporta que no hay diferencia cuantitativa entre el éxito analgésico de un medicamento placebo y uno homeopático (Stern y Simes, 1997). Entre los 65 estudios clínicos aceptados y meta-analizados que contenían un control placebo y un diseño doble ciego, la homeopatía no tuvo efectos significativos en 75 % de los casos (Albertini, 1984).

A menudo los estudios a favor de la homeopatía no tienen un diseño doble ciego que permita discriminar objetivamente un efecto real de un efecto placebo (Kleijnen y cols, 1991). En otros casos se agrupan observaciones aisladas de casos positivos en un reporte de éxitos terapéuticos. Así, no se sabe nada de la relación entre causa y efecto, las circunstancias de la cura no son claras, las condiciones no son reproducibles y todo es como un acto de fe (Kleijnen y cols, 1991).

PERSPECTIVAS MÉDICAS MODERNAS PARA TERAPÉUTICAS ALOPÁTICAS Y HOMEOPÁTICAS

La farmacología contemporánea se desarrolló a partir de una alopatía ignorante que empleaba remedios drásticos, y actualmente opera con conceptos farmacológicos como concentraciones terapéuticas, rangos terapéuticos y sobredosis por concentraciones tóxicas.

Por otro lado, desde el punto de vista histórico, la homeopatía resultó en algún momento una medicina eficaz y es probable que los homeópatas hayan salvado muchas vidas. Visto con el ojo científico contemporáneo podemos deducir de los hechos históricos que el éxito curativo de la entonces novedosa homeopatía se debió muy probablemente a que es una práctica que evita la sobredosis iatrogénica, condición que lamentablemente ocurría de forma muy frecuente durante los siglos XVIII y XIX al no diluir las formulaciones alopáticas usadas en esa época debido a la ignorancia de principios farmacológicos que hoy conocemos bien. Un mejoramiento en la salud de los pacientes puede también atribuirse al efecto placebo. Además, en ciertas circunstancias fisiopatológicas ocurren remisiones espontáneas y regeneraciones naturales del organismo enfermo.

Fue el mismo Hahnemann, viviendo su vejez en París, quien dudó acerca de su teoría y la modificó (Kroemer, 2002). Por eso la farmacopea homeopática francesa (forma tardía) se distingue de la alemana (forma temprana del Hahnemann joven). Hasta mediados del siglo XX muchos médicos habían creado sus nuevas terapéuticas con explicaciones filosóficas (antroposofía de Steiner, Strathmann, Madaus, Wala, Weleda, flores de Bach, etc.). El gran mérito de Hahnemann, y su aportación al avance de la medicina, fue el tratamiento clínico del paciente (al lado de la cama) por observación de sus síntomas, en contraste con la medicina insensible de su época. Él experimentó sistemáticamente con la relación dosis-efecto de sustancias más diluidas, pero no con el de sustancias más concentradas. Así, el fenómeno de la sobredosis y sus efectos desaparecieron en sus pacientes. Nos queda la impresión de que ciertos personajes históricos (Hahnemann, Steiner, Zimpel), indiscutiblemente buenos médicos de su época y sensibles al sufrimiento de sus pacientes, buscaron desesperadamente explicaciones, y por falta de la información científica que

tenemos actualmente, optaron por la interpretación tradicional y filosófica. Todos ellos fundaron sus teorías mucho antes de la llegada masiva de los conceptos moleculares que influyeron posteriormente en disciplinas científicas tales como la fisiología, la fisiopatología, la bioquímica, la química, la farmacología experimental y teórica, la toxicología y la biofarmacia.

Para muchos científicos de nuestra época, la homeopatía es un tratamiento con efecto placebo debido a que las concentraciones de los supuestos principios activos son siempre muy inferiores a las concentraciones letales, tóxicas y terapéuticas. Los pacientes informados acerca del efecto placebo suelen perder la fe o esperanza en la cura sin principio activo. Sin la convicción del paciente, la homeopatía no sirve. A menudo los homeópatas arguyen un "empeoramiento inicial" de la salud como prueba de la eficacia del tratamiento homeopático. Sin embargo, esto puede ser interpretado críticamente como la lucha del cuerpo contra la enfermedad sin ninguna influencia positiva del remedio. Si hay una cura exitosa al final, es únicamente porque el organismo ha salido victorioso de la batalla.

La fitofarmacia alopática (herbolaria) conlleva riesgos (sobre todo si la preparación es casera) que incluyen errores en la dosificación o en la indicación, variabilidad de las especies, calidad de los cultivos, complejidad de los componentes vegetales extraídos, entre otros. Muchos medicamentos alopáticos son administrados de una manera irracional, es decir, sin una indicación clara relacionada con la patología que se pretende tratar, o con dosificación inadecuada. Sorprendentemente, dicho mal uso no conlleva necesariamente el fracaso curativo. Al contrario, medicamentos tan potentes como ciertos antidepresivos o antibióticos se convierten en pseudomedicamentos porque los pacientes creen en el consejo equivocado en cuanto a su uso y potencial curativo. La alopatía sigue desarrollándose científicamente y actualmente está integrada a la

© **Antonio Álvarez Morán.** *Retrato-territorio de Santa Rosa de Lima*, 2013.

medicina y farmacia moderna. Hoy, el tratamiento a enfermos con medicamentos alopáticos no debería correr más el riesgo de una sobredosis. En lugar de una dosis imaginaria se usan dosis estandarizadas, cuadros de dosificación o ecuaciones empíricas para calcular la dosis según las experiencias de los estudios clínicos. En ciertos casos, cuando una dosis estandarizada no puede mantener una concentración en los rangos terapéuticos, se mide a intervalos regulares la concentración del fármaco en la sangre (monitoreo farmacoterapéutico), aunque esto no garantiza necesariamente una respuesta automática óptima o que no se presenten reacciones adversas. Por otra parte, el efecto placebo forma parte de la terapéutica moderna y puede alcanzar niveles significativos. El mal uso de un medicamento causa daño a la salud; aun cuando una prescripción sea racional puede resultar ineficaz desde el punto de vista terapéutico; este uso inadecuado de un fármaco ya mató a unos 100 mil pacientes cardiovasculares en los Estados Unidos, en

2001 (Kappler, 2002). Muchos fármacos modernos se utilizan de manera impropia por muchas razones: campañas de publicidad y comerciales sin escrúpulo, descuentos, recomendaciones de terceros no profesionales, errores de dosis, duración e indicación (Goyache y cols., 2004).

La homeopatía es considerada como una medicina alternativa, es decir, una cura individualizada (remedios personotrópicos) en la que no existen las generalizaciones fisiopatológicas de la medicina clásica, como por ejemplo la clasificación de enfermedades por órganos defectuosos (organotropismo), sino por personas enteras. Al menos, el medicamento homeopático es barato (no siempre, ya que la homeopatia se ha convertido en gran negocio) y, en tanto no implique el abandono de terapéuticas de eficacia probada, es esencialmente inocuo por las razones galénicas mencionadas. Sin embargo, debería quedar muy claro que las personas que propagan la aplicación exitosa y exclusiva de la homeopatía en casos de una enfermedad peligrosa (cáncer, diabetes mellitus, asma o SIDA) no son más que charlatanes y cometen un delito por inducir a la omisión del tratamiento. En este contexto, el reporte de un caso exitoso (aislado) no explica o prueba nada; puede que el paciente se curara a pesar del remedio y no gracias a él. Muchas veces no se sabe lo que causa la enfermedad y por consecuencia lo que la cura. El diagnóstico médico atribuye a tales casos un carácter endógeno, idiopático, neurovegetativo o psicosomático.

Gracias a los conocimientos todavía limitados en la medicina contemporánea, al efecto placebo, a la dificultad de mesurar y reproducir ciertas actividades biológicas, a las variabilidades interindividuales e intraindividuales, al mal uso común de los medicamentos, a la confusión generada en el entorno de la relación causa-efecto, y finalmente a la ocurrencia de éxitos individuales, la homeopatía ha sobrevivido hasta nuestros días. No olvidemos el proverbio latino *Medicus adiuvat et natura sanat* (el médico asiste, la naturaleza sana).

REFERENCIAS

Albertini H (1984). Bilan de 60 observations randomisées. Hypericum-Arnica contre placébo dans les névralgies dentaires. *Homéopathie* 1: 47-49.

Csaller H (1996). Homöopathie in der Praxis. en Gebler H y Kindl G. (eds.). *Pharmazie für die Praxis* (pp. 492-514). Georg Thieme Verlag Stuttgar, New York.

Goyache M y cols. (2004). Errores de prescripcion de citostáticos. *Farmacia hospitalaria* 28(5) 361-370.

Haehl R (2003). Hahnemann years of traveltransition to chemistry. B Jain Publishers (Ed.), Samuel Hahnemann (pp 26-40). EUA.

Hahnemann S (1995). *Organon der Heilkunst*. Editorial Haug. Karl F. Alemania.

Jaehde U y cols. (1998). Klinische Pharmazie. *Deutsche Apotheker Zeitung*, 139 (2): 29-41.

Kappler W (2002). Heilende Nadeln im Test. *Pharmazeutische Zeitung* 147 (7) 520 -521.

Kleijnen J (1991). Clinical trials of homoeopathy. *British Medical Journal* 302 (6772): 316-323.

Kroemer H (2002). Wie gefährlich sind Statine? *Deutsche Apotheker Zeitung* 142. (23): 2800-2801.

Linde K y cols (1997). Are the clinical effects of homoeopathy placebo effects? *Lancet* 3 (50): 834 –843.

Mutschler E (1999). Introduction. Medpharm Scientific Publishers (Ed.) - *Drug Actions* (pp. 6-10). Reino Unido.

Mutschler E and Derendorf H (1995). *Drug Actions: Basic Principles and Therapeutic Aspects*. Medpharm Scientific Publishers. Alemania.

Pardo L (2003). Homeopatia. Recuperado de: http://www.infonegocio.com/lgp/homeopatia01.htm

Scior T (1999). Cuidado Farmacéutico, parte I, *Informacéutico*, 5(3) 21-22.

Scior T (2000). Farmacia Comunitaria, *Informacéutico*, 7(4) 47-49.

Stern J y Simes R (1997). Publication bias. *Br. Med. J.* 315: 640-645.

Strubelt O y Claussen M (1999). Homöopathie: Mehr als Placebo? *Deutsche Medizinische Wochenzeitschrift* 124(48): 261-266.

Wichtl M (1984). Arnika. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft. (Ed.) *Teedrogen Ein Handbuch für Apotheker und Ärzte* (pp. 56-59). Alemania.

Wurm G (1993). Homöopathische Verreibungen. Govi-Verlag (Ed.). *Galenische Übungen* (pp. 70-71).

Wurm G (1993). Teegemische. Govi-Verlag (Ed.). *Galenische Übungen* (pp. 36-49). Alemania.

Thomas Scior
tscior@gmail.com
Héctor H. Pérez Ramírez
Facultad de Ciencias Químicas
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

© Antonio Álvarez Morán. *Delirio de Puebla*, 2014.

Ciencia a TIEMPO

EN LA BUAP ESTUDIAN LA EPILEPSIA SILENCIOSA

Científicos del Instituto de Fisiología estudian la epilepsia del tipo crisis de ausencia, también conocido como epilepsia de pequeño mal, padecimiento que representa alrededor del 25 % de los casos de pacientes con epilepsia del mundo. Los investigadores universitarios suministran fármacos en la rata TAIEP, un modelo animal experimental que manifiesta estas crisis de ausencia, para determinar su eficacia en el control de la enfermedad.

La rata TAIEP fue desarrollada en la BUAP a partir de cruzamientos endogámicos entre dos grupos de roedores. Se trata de un modelo animal idóneo para el estudio de la epilepsia y los efectos de determinados fármacos. Lleva este nombre por los síntomas que presenta: temblor, ataxia, inmovilidad, epilepsia y parálisis.

El interés en este modelo llegó hasta Argentina, donde Luis Bruno Blanch, científico de la Universidad Nacional de La Plata, desarrolló nuevas drogas para tratar la epilepsia. En coordinación con la doctora Luisa Rocha Arrieta, del Departamento de Farmacología del CINVESTAV, México, Blanch solicitó que los fisiólogos de la BUAP suministraran sus fórmulas para poder probar su efectividad.

LA TASA DE DESCOMPOSICIÓN EN BOSQUES OAXAQUEÑOS CONSERVADOS ES SIMILAR AL DE OTROS EN EL MUNDO

En México, los bosques y selvas cubren 64.5 millones de hectáreas, el 33 % del territorio nacional. En Oaxaca, en promedio, más de 20 millones de árboles se pierden al año por deforestación, tala inmoderada, plagas e incendios forestales que ocasionan pérdida de suelo y hábitat de la vida silvestre, entre otros inconvenientes. Para determinar el impacto del manejo intensivo de los bosques en esta entidad, Dulce María Figueroa Castro, investigadora de la Facultad de Ciencias Biológicas de la BUAP, observó que en zonas conservadas de la localidad de Santa

Catarina Lachatao, localizada en la Sierra Norte, existe una tasa de descomposición anual de 0.7 en bosques de encino y pino, indicador normal comparable con datos de otros ecosistemas de este tipo en el planeta.

Encontró, además, mayor abundancia de macrofauna –organismos de más de un centímetro de longitud– en el bosque de encino, en comparación con el de pino. Lo anterior "se atribuye a que en el bosque de encino la capa de hojarasca es más gruesa; mientras en el de pino es más compacta y, por ende, se albergan menos organismos descomponedores".

También observó que de los tres grandes grupos de organismos involucrados en el proceso (macro, micro y mesofauna), la microfauna es la que tiene mayor impacto. Asimismo, junto con su equipo de trabajo, determinó que en época de lluvias aumenta la tasa de descomposición en ambos sitios y, por lo tanto, mayor disponibilidad de recursos y nichos para los organismos descomponedores.

MUJERES JÓVENES ELIMINAN FÁCILMENTE GENOTIPOS DEL VIRUS DE PAPILOMA HUMANO ASOCIADOS A CÁNCER

Tras un estudio para detectar el virus del papiloma humano (VPH) en mujeres de 18 a 30 años de edad, un equipo de investigación del Centro de Detección Biomolecular de la BUAP, a cargo de la doctora Lilia Cedillo Ramírez, observó que los genotipos asociados a cáncer, considerados de alto riesgo en este rango de edad, se eliminan del organismo de manera natural y fácilmente debido a su buena respuesta inmune.

La investigadora indicó que existen 100 tipos o genotipos del VPH. La mayoría son inofensivos, pero aproximadamente 30 se asocian con un mayor riesgo de causar cáncer. "Afortunadamente, los genotipos asociados a alto riesgo, 16 y 18, se eliminan relativamente fácil. Sin embargo, en un porcentaje alto de mujeres había más de un genotipo, lo cual puede potenciar la infección".

Además, se encontró una alta frecuencia de dos genotipos no tan comunes, 90 y 91, que no están considerados de alto riesgo, pero son muy persistentes en más del 50 % de los casos. Aunque existen vacunas, estas solo combaten los tipos más comunes del virus: 6, 11, 16 y 18, no tan frecuentes en este rango de edad.

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.

www.elementos.buap.mx

Libros

EL CEREBRO IDIOTA
Dean Burnett
Ediciones Temas de Hoy
Barcelona, 2016

Es un *bestseller* sobre las imperfecciones de nuestra misteriosa y traviesa materia gris, descritas con corrosivo humor por un neurocientifico. En este crudo viaje al centro del cerebro, Burnett nos va explicando, sin riesgo de duda, los inconvenientes y embrollos relacionados a esa masa de color funerario que encabeza nuestros cuerpos (nunca mejor dicho), y demostrando que sus innumerables imperfecciones tienen relación directa con lo que hacemos, decimos y experimentamos día a día. Cabalmente actualizado con las fronteras de su ciencia, Burnett hace un recuento de las últimas noticias científicas sobre el cerebro en un estilo lúcido y ameno.

EL BOSÓN DE HIGGS NO TE VA A HACER LA CAMA
Javier Santaolalla
La esfera de los libros
Madrid, 2016

Trata sobre la traída y llevada partícula de Dios que la ciencia maneja con el nombre de bosón de Higgs, que es la partícula elemental del modelo estándar de la física de partículas que recibe ese nombre en honor a Peter Higgs, quien la descubrió teóricamente en 1964, junto con su equipo de trabajo. Se trata de un libro ameno que, desde luego, le da un repaso general a todos los descubrimientos y sorpresas previsibles siempre que nos acercamos a hoyos negros, agujeros de gusano, aceleración, expansión, antimateria y materia oscura, por mencionar una parte del itinerario de la física contemporánea.

CURIOSA-MENTE

Manuel Fernández Tapia

y Carlos Durán Torres

Alianza Editorial

Madrid, 2017

Un libro serio que también puede ser leído por los lectores de materiales ligeros tipo *Aunque usted no lo crea*, ya que Fernández y Durán hacen un verdadero esfuerzo por "bajar" los humos de los temas para ponerlos en la mesa en provecho de cualquier lector. En total, se analizan pormenorizadamente setenta fenómenos científicos que están frente a nuestras narices y no siempre vemos, con abundantes experimentos muy detallados, descritos paso a paso, reforzados con ilustraciones y videos recomendados en Internet. Un libro ideal para investigadores, estudiantes y curiosos, pero también una herramienta más que útil para profesores y alumnos de secundaria y prepa.

EL CEREBRO EJECUTIVO:

LÓBULOS FRONTALES Y MENTE CIVILIZADA

Elkhonon Goldberg

Crítica

Barcelona, 2015

Este libro trata sobre la región más humana del cerebro, el lóbulo central, esa parte que nos permite a los seres humanos ocuparnos de los procesos mentales más complejos, que controla nuestro juicio y en donde se origina el vigor –por llamarle de alguna manera– de nuestro comportamiento social y ético; con un estilo diluido para la divulgación y ejemplificado con sabrosas anécdotas, Goldberg describe también las devastadoras consecuencias de una lesión del lóbulo frontal de nuestro cerebro, provocando muchas veces un comportamiento caótico, desorganizado, antisocial e incluso criminal en quienes lo padecen. Historias fascinantes que nos ofrecen un atractivo panorama de ideas y avances en neurociencia cognitiva.

MEXNIRS 2017

I MEXICAN SYMPOSIUM ON NIRS NEUROIMAGING (MEXNIRS)

October 20-21, 2017

Santa Maria Tonantzintla, San Andrés Cholula, Puebla, México

Speakers

Prof. David Boas, Massachusetts General Hospital, United States (Closing keynote)

Prof. Clare Elwell, University College London (UCL), United Kingdom (Opening keynote)

Dr. Jafet Arrieta, Harvard Chan Shoool of Public Health, United States

Prof. Joseph P. Culver, Washington University in St. Louis, United States

Prof. Turgut Durduran, The Institute of Photonic Sciences (ICFO), Spain

Prof. Kaja Jasinska, University of Delaware, United States

Prof. Nasser Kashou, Wright State University, United States

Prof. Frédéric Lesage, Polytechnique Montreal, Canada

Prof. Rickson Coelho Mesquita, University of Campinas (UNICAMP), Brazil

Prof. John P. Spencer, University of East Anglia, United Kingdom

Prof. Marija Strojnik, Centro de Investigaciones en Óptica (CIO), Mexico

Dr. Ilias Tachtsidis, University College London, United Kingdom

Prof. Arjun G. Yodh, University of Pennsylvania, United States

Topics

Within the Global NIRS research:

+ Challenges related to measurements in low-resource settings
+ Mechanical and instrumental challenges
+ Socioeconomic and cultural challenges
+ Neurophysiological challenges
+ Basic science challenges
+ Data analysis challenges
+ Educational challenges

Important dates

+ Abstract submission opens: March 20, 2017
+ Abstract submission deadline: June 30, 2017
+ Notification of acceptance: Aug 11, 2017
+ Pre-Registration deadline: Sept. 22, 2017
+ Symposium: Oct. 20-21, 2017

Committee

Prof. Maria Angela Franceschini
(Harvard Medical School, USA) - Chair

Dr. Felipe Orihuela-Espina
(INAOE, Mexico) - Chair

Dr. Carlos Treviño-Palacios
(INAOE, Mexico) - Local Chair

Mr. Javier Herrera-Vega
(INAOE, Mexico) - Local Chair

Prof. Mamadou Diop
(Western University, Canada) - PC member

Prof. Theodore J. Huppert
(University of Pittsburgh, USA) - PC member

Dr. Sarah Lloyd-Fox
(Birkbeck College, University of London, UK) - PC member

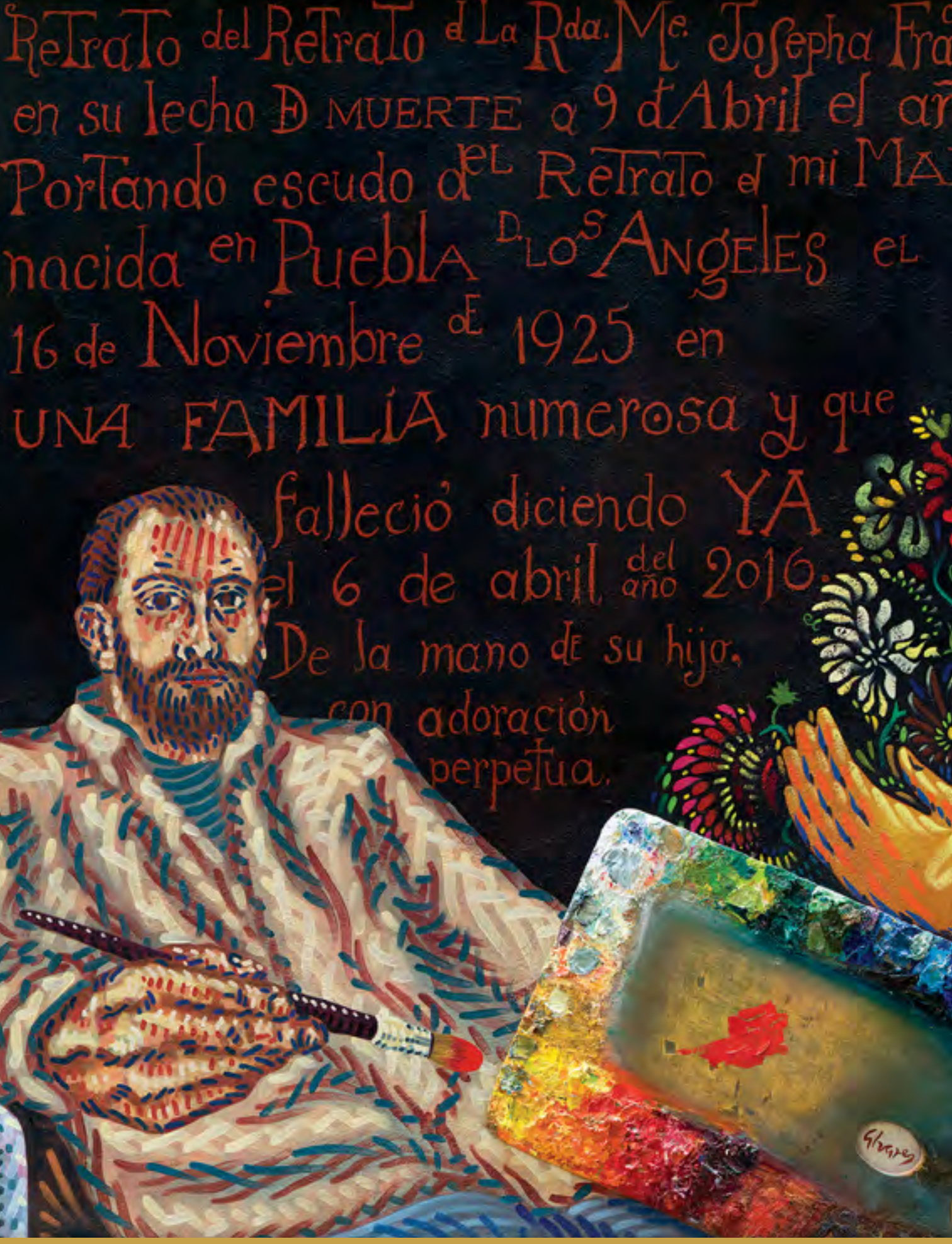
Prof. Banu Onaral
(Drexel University, USA) - PC member

Dr. Katherine Perdue
(Boston Children's Hospital, USA) - PC member

Prof. Martin Wolf
(ETH Zürich, Switzerland) - PC member

http://ccc.inaoep.mx/~bio/NIRS2017

CONACYT ISS CÁMARA DE DIPUTADOS LXIII LEGISLATURA NIRX INAOE


RETRATO del RETRATO d La Rda. Me. Josepha Fra
en su lecho D MUERTE a 9 d Abril el añ
Portando escudo del RETRATO d mi MA
nacida en Puebla D los Angeles el
16 de Noviembre de 1925 en
UNA FAMILIA numerosa y que
falleció diciendo YA
el 6 de abril del año 2016.
De la mano de su hija.
con adoración
perpetua.