

CIENCIA Y CULTURA elementos

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA • No. 106 • Vol. 24 • abril - junio 2017 • \$40.00

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



7 52435 06402 6
EXHIBIR HASTA EL 30-JUNIO-2017

Sobre la memoria Raúl Dorra El plomo en la alfarería poblana Leopoldo Noyola Drogas del siglo XXI... Ángel A. Islas y Christian Jorgensen Obesidad y sistema inmune Juan Manuel Guzmán Flores y colaboradores La enseñanza de las margaritas... Daniel Iván Garduño Ruíz Gestión integrada de cuencas... Natali Danahe Santiago Amezcua y colaboradores ¿Qué semillas come la hormiga roja? Leticia Ríos-Casanova y colaboradores Obra gráfica Enrique Soto





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

ELEMENTOS

www.elementos.buap.mx

revista trimestral de ciencia y cultura

número 106, volumen 24, abril-junio 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, Enrique Soto

1° de forros, © Enrique Soto. Fiesta de la Candelaria, Tlacotalpan, 2009

2° de forros, © Enrique Soto. Juchitán, 2010

3° de forros, © Enrique Soto. San Jerónimo Coyula, Puebla, 2014

4° de forros, © Enrique Soto. Tehuantepec, Oaxaca, 2008

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



ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS
DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



S U M A R I O

Sobre la memoria 3

Raúl Dorra

El plomo en la alfarería poblana 11

Leopoldo Noyola

Drogas del siglo XXI: 21

ketamina, drogas recreativas y dinámicas moleculares

Ángel A. Islas, Christian Jorgensen y Eduardo Salinas Stefanon

Obesidad y sistema inmune 27

Saúl Ramírez De los Santos, Edgar Iván López Pulido

y Juan Manuel Guzmán Flores

Los animales: 33

cuando alimentarse se convierte en un dilema

Enrique Soto

La enseñanza de las margaritas: 37

manejando la complejidad en un mundo egoísta

Daniel Iván Garduño Ruíz

Gestión integrada de cuencas: 45

una aproximación al desarrollo social

Natali Danahe Santiago Amezcua

¿Qué semillas come la hormiga roja? 51

Ivonne Lucía Ramírez Lucas, Héctor Octavio Godínez-Álvarez

y Leticia Ríos-Casanova

Espejo retrovisor interior: 57

altar pagano

Fabio Germán Cupul-Magaña

Ciencia a tiempo 61

Libros 63





Sobre la MEMORIA

Raúl Dorra

0. INTRODUCCIÓN. LA MEMORIA COMO LENGUAJE

Desde la antigüedad y hasta nuestros días la memoria ha sido concebida básicamente como la facultad de registrar y almacenar los eventos vividos, sentidos y pensados, a la espera de ser recuperados por la conciencia convertidos en recuerdo. Esa concepción se presenta como obvia y por ello nos parece natural. Sin dejarla de lado, mi interés ha sido, por el contrario, extenderla y pensar la memoria como un proceso continuo de selección, clasificación y ordenamiento, un proceso que, anclado en el presente, se proyecta hacia atrás y hacia adelante. También, y por eso mismo, me ha interesado pensar la memoria en su relación con el lenguaje. En una entrega anterior publicada en el número 105 de esta revista, mencionábamos la teoría del lingüista ruso Roman Jakobson según la cual la puesta en actividad del lenguaje mediante el habla (que también hemos llamado discurso) es el resultado de dos procesos convergentes: selección y combinación. Un conjunto abierto de términos (léxico) y un conjunto cerrado de reglas de aplicación (sintaxis o gramática). Pues bien, ni un proceso ni otro podrían realizarse sin recurrir a la memoria ya que es ahí donde se depositan tanto los términos como las reglas. Pero hay más; una vez activado el lenguaje en un discurso, este no podría sostenerse ni desarrollarse sin otros dos tipos de actividad de la memoria que, empleando dos términos provenientes

de la fenomenología, describiremos como retención y protensión, respectivamente. Sea en una breve charla, sea en una larga disertación, no podría seguirse el hilo temático de una o de otra sin operaciones de retención (lo pasado en el presente) y de protensión (lo futuro en el presente). Para garantizar que este hilo no ha sufrido interrupciones, se recurre a los llamados “marcadores de discurso” los cuales van pautando o anclando el desarrollo del tema en cuestión. Tales marcadores o bien recuerdan lo que ya se dijo (expresiones del tipo: “como ya te expliqué”, “según acabo de demostrar”, etc.), o bien anticipan lo que vendrá (expresiones del tipo: “en seguida mostraremos que”, “a lo que voy es que”), o bien reúnen lo ya expuesto y lo que queda por exponer (“una vez dicho esto, ahora diré que”, etc.). Es la memoria actuando, la memoria siempre presente y siempre proyectada hacia atrás y hacia adelante. Seguir el hilo de una conversación o de una exposición es hacer coincidir el recuerdo con la expectativa, pues sin esa coincidencia se pierde la coherencia. En ciertos discursos (por ejemplo en los relatos de suspenso), esta expectativa se resuelve como sorpresa, lo que quiere decir que se pasa de una línea de coherencia a otra.

© Enrique Soto. Miahuatlán, Oaxaca, 2008.



Pero las relaciones entre la memoria y el lenguaje son tan continuas y tan obvias que ya casi no reparamos en ellas. La memoria es como el suelo continuo, o el aura, donde se recorta el lenguaje. Podríamos decir que el lenguaje es una memoria articulada, o segmentada, o incluso pensar que se extiende más allá pues hay una memoria de lo inefable, de aquello que solo las expresiones artísticas pueden sugerir. Las palabras dan forma al mundo, nos ponen frente a él. Y para eso se valen de la memoria. Yo no necesito ver una casa desde todos sus ángulos para saber que estoy ante una casa, evocar lo que estoy viendo con la palabra que lo designa. Me basta con un solo aspecto pues mi memoria hace el resto. No necesito escuchar una pieza musical entera para reconocerla: me bastan unos compases. Incluso, y de manera más inmediata, para yo *ser* en el mundo debo reconocermé continuamente, tener conciencia de mí o recuperar esa conciencia cuando el sueño la desvanece. En el otro extremo, necesito reconocer continuamente los códigos del lenguaje de mi computadora para seguir operando con ella pues, como se sabe, mi computadora posee una memoria artificialmente construida. Así, las maneras en que, según mi opinión, se configura la memoria son continuas y diversas. Ante tal panorama, yo he pensado organizar esta vasta actividad distinguiendo tres clases principales: la memoria esencial o inmediata, la memoria natural o de uso, y la memoria artificial.¹ He pensado proponer esta organización haciendo la salvedad de que no se trata de una compartimentación porque estas memorias se interpenetran y en consecuencia siempre encontraremos en cada una de ellas la presencia de las otras. Pero revisemos en orden esta propuesta.

1. MEMORIA ESENCIAL

O memoria inmediata, la memoria de sostén. Es aquella con la que soy en mí mismo y *reconozco* el mundo. Es, pues, la memoria en la que persisto para que todo persista, la que me mantiene despierto. En el español todavía hay quienes usan la

flexión verbal “recordarse” como sinónimo de despertarse: “Esta mañana me recordé muy temprano”. Pero es todavía común el uso de “acordar” con el sentido de *tomar conciencia*: “Cuando acordé, ya tenía la sogá al cuello”. Y si esto es así, si recordarse es volver a la conciencia y acordar es persistir en ella, entonces es válido decir que vivimos *en* la memoria.

Ciertamente, el recordar(me) después del sueño o de un desmayo, es no solo recordarme a mí mismo sino recordar los objetos del mundo. Este recuerdo es normalmente gradual, sobre todo cuando se trata de un sueño profundo al cabo del cual comienzo a instalarme en mi cuerpo, en mi cama, y voy recuperando las cosas que veo, los ruidos que me llegan. Es un progresivo re-conocimiento, pues si puedo ver las cosas y nombrarlas es porque ya las tenía en mi memoria. Esta memoria esencial, inmediata, avanza dando nombre y forma: lo confuso se segmenta, se articula en objetos que puedo reconocer y nombrar: silla, lámpara, espejo, automóvil que va pasando por la calle; también, poco a poco, las cosas que pensé hacer en el día. Y también de ese modo, al cabo de una unidad de vigilia, la conciencia regresa a su difusión y borratura. Cuando voy entrando en el sueño o en el desvanecimiento, las cosas pierden sus aristas, se desarticulan, se confunden en una progresiva esfumatura y ya no puedo nombrarlas.

En términos generales, podemos decir que esta memoria se mueve entre el reconocimiento y el desconocimiento, entre lo articulado y lo desarticulado. Y que la vigilia y el sueño son a la vez como una metáfora de la vida mnémica de un individuo. Se diría que en la primera infancia (y recordemos que etimológicamente infancia se compone del privativo in y la raíz fans lo que supone que el infante es el que está privado de habla) se construye la memoria a medida que se va construyendo el lenguaje, y que hacia el final de la vida mnémica (lo que no necesariamente significa el final de la vida orgánica) la memoria se destruye, y con ella el lenguaje. Ahora bien; el reconocimiento fluye de lo confuso a lo claro, de lo general a lo particular. Reconozco un cuerpo, un torso, miembros,



© Enrique Soto. Tehuantepec, Oaxaca, 2008.

un rostro, una persona identificada con un nombre. Por su parte, el desconocimiento se mueve en sentido inverso: dejo de recordar un nombre, dejo de identificar un rostro, dejo de ver un cuerpo. Cuando una persona está gravemente enferma decimos que ya no reconoce. O más bien esa falta de reconocimiento nos revela la gravedad del mal. El no reconocer comienza por una confusión u olvido del nombre y se continúa con una borratura de los rasgos fisonómicos. Yo ya soy nombrado como Raúl y mi cuerpo no está en el lugar hacia donde esas manos avanzan. El mundo va convirtiéndose en una masa amorfa y sin espesor. Lo primero que se pierde, por desconocimiento, es la vida intelectual, las formas elaboradas de la comunicación; lo que después se pierde o se oscurece, es la vida afectiva, la organización de las emociones y de las afecciones; lo que se pierde, al cabo, o se disuelve, es la vida sensitiva: la conciencia de los límites del propio cuerpo, lo que el cuerpo absorbe del exterior (aire, alimento) y lo que el cuerpo expulsa (flema, sudor, deyecciones), lo que necesita para sobrevivir o lo que para sobrevivir le estorba. En un sentido profundo, se pierde, o se va perdiendo el lenguaje y nadie sabría decir si se pierde el *yo*, si se pierde el *me*; mejor dicho en qué momento esto ocurre.

Así, en este sentido profundo se reúnen memoria y lenguaje. Una necesita del otro y este es condición de aquel.

2. MEMORIA NATURAL

La llamo también memoria de uso porque se conecta con lo que usualmente evocamos cuando oímos la palabra memoria; es precisamente dicho uso el que crea el efecto de una naturalización. Esta memoria se constituye en la relación dialéctica recuerdo-olvido, relación en la que el segundo término se muestra inmediatamente como negación o borratura del primero. El recuerdo se presenta de tal modo como el término positivo que terminamos por pensar al recuerdo como sinónimo de memoria. Cuando le digo a alguien “haz memoria”, le quiero decir: “recuerda”. Hacer memoria o tener memoria equivale, en el uso, a recordar –o recordar–, aunque sin duda guardamos en la memoria información que no recordamos en este momento por la simple razón de que no podemos estar recordando todo el tiempo todo lo que guardamos en la memoria. En este sentido puede decirse que mientras la memoria es simultánea (toda la información está disponible a la vez), el recuerdo es sucesivo (la conciencia solo procesa uno por vez). Etimológicamente, la palabra recuerdo (*re-cordis*) significa lo-que-vuelve-al-corazón, con la salvedad de que la palabra corazón tiene aquí el sentido que ahora damos a la palabra mente.² Este volver supone un desplazamiento del pasado hacia el presente. Así, recordar es hacer presente lo que estaba en el pasado, esto es, re-presentar. El recuerdo (y en general la memoria) se encuentra naturalmente asociado al tiempo. Lo que se aloja en ese pasado que conserva la memoria es todo lo que en algún momento estuvo presente en la conciencia de un sujeto. Pero la forma y profundidad con que se aloja depende de lo que yo llamaría la *sensibilidad mnémica* de cada sujeto. En la antigüedad se comparó la memoria con una plancha de arcilla sobre la que se van fijando las

impresiones dejadas por los sucesos; impresiones que luego podrán ser recuperadas por el recuerdo o la rememoración. Esa imagen resultaría útil si pensáramos que dicha plancha no es universalmente uniforme sino que tiene calidades y texturas diferenciadas en cada individuo. Tales calidades y texturas estarían determinadas por lo que aquí llamo la sensibilidad mnémica del sujeto, esto es su forma específica de recoger, seleccionar y procesar las impresiones. También deberíamos pensar que no se conservan las impresiones siempre del mismo modo sino que continuamente se modifican. Nunca recuperamos los eventos del pasado tal como ocurrieron o los vivimos. Siempre, y por múltiples causas, sufren un proceso de transformación. En muchos casos recordamos más el recuerdo –en todo caso el relato– de un evento, que el evento mismo. Las impresiones se fijan o alojan con distintos grados de pregnancia, unas son más vívidas otras más débiles, otras más se van debilitando; unas son motivo de agrado otras de desagrado o de rechazo; otras no tienen un interés especial para el sujeto, que termina desechándolas. Así, la memoria procesa las impresiones, las selecciona, las asocia, y por ello quedan tanto a disposición del recuerdo como del olvido, más de este que de aquel. Si recordáramos todo lo que hemos vivido seríamos como el personaje de “Funes el memorioso”, aquel cuento de Jorge Luis Borges cuyo protagonista necesitaba todo un día para recordar lo vivido el día anterior; esto es, viviríamos solo para recordar y, en consecuencia por dedicarnos a recordar no viviríamos y a la postre tampoco tendríamos qué recordar.

De modo que, dado que se modifican, las representaciones a las que aludíamos no son verdaderas re-presentaciones sino más bien reacomodos de la memoria natural. También dijimos –hablando de las representaciones– que el recuerdo, y en general la memoria, se asocia con el tiempo. En su inagotable reflexión sobre el tiempo, San Agustín³ sostiene que no hay más tiempo que el presente pues el pasado ya fue y el futuro aún no es. Por lo tanto, dice, tendríamos tres modos del presente: un presente de lo pasado (el recuerdo



© Enrique Soto. Mercado de animales, Miahuatlán, Oaxaca, 2008.

o la rememoración), un presente de lo presente (la atención) y un presente de lo futuro (la espera o expectación). Tenemos un conocimiento de lo pasado por las huellas que deja y una prefiguración de lo futuro por los indicios que encontramos en el presente. A partir de esto, y para nuestra reflexión, yo observaría además la existencia de un tipo de recuerdos que, anclados en el presente, reúnen el pasado con el futuro. Me refiero a los sentimientos y las expresiones del deseo así como a los de la voluntad. Tanto el uno como la otra refieren una espera. Yo recuerdo mis deseos sobre todo si no fueron cumplidos. Recuerdo igualmente las promesas que hice o me hice. Un deseo crea una expectativa y también la crea una decisión de la voluntad. Ambos se proyectan hacia adelante y pueden mantenerse como espera, aunque también pueden dar motivo a la satisfacción, a la sorpresa o a la frustración.

Los modos del recuerdo son, pues, diversos. Y téngase en cuenta que hasta aquí solo nos hemos referido a los recuerdos en los que el sujeto es activo. Pero hay recuerdos que el sujeto no busca sino que vienen a él e incluso le crean la sensación de que lo asaltan o lo persiguen. El recuerdo, por ello, y no pocas veces, llega a ser un agente mórbido como en los casos de la

obsesión o la melancolía. Por su parte, los modos del olvido son igualmente diversos, pues el olvido no es solo borradura o atenuación de la huella mnémica sino que también se relaciona con las afecciones y las voliciones. Hay un olvido afectivo y un olvido moral, un olvido político e incluso un olvido legal. También hay un modo de la memoria que se realiza como olvido. Mucho se ha dicho –sobre todo en las canciones de amor, que son casi todas las canciones– sobre el infaltable olvido. El olvido es al recuerdo como el silencio a la palabra. Pero, por su especial interés, prefiero dejar este tema para una próxima nota, y dedicarme ahora al tercer punto de nuestra clasificación.

3. MEMORIA ARTIFICIAL

En su diálogo *Fedro*, Platón sostiene que la invención de la escritura no ha hecho sino degradar la memoria –la memoria natural– pues no solo la ha expulsado fuera del alma exponiéndola a la curiosidad de cualquiera, sino que también la ha vuelto perezosa, reemplazable. Exteriorizada, inerte, resultado de una abusiva codificación, la escritura

sería sin embargo, para hablar en términos actuales, la primera manifestación contundente de la memoria artificial, y la que abrió las puertas a una vasta e incesante descendencia. El principio de la escritura (sobre todo de la escritura alfabética, que es en la que pensaba Platón) consiste en la reducción de los proliferantes sonidos del habla a un corto número de fonemas susceptibles de ser evocados por grafías –letras o más exactamente grafemas– para componer con ellos un número infinito de palabras –lexemas. Se trata de una tecnología en la que los sonidos reales son objeto de una transcripción codificada que los habilita para ingresar –transformados– en un mundo virtual donde las palabras se graban sobre una superficie. Es verdad que también en las culturas arcaicas puede rastrearse la construcción de realidades virtuales y por ello hay investigadores que sostienen que no existen sociedades sin escritura, entendida esta en sentido amplio. Contar, por ejemplo, el ganado teniendo no ya ante los ojos cada animal sino el animal representado por una semilla o una piedra, ver en cada piedra, según su color o su tamaño, la representación de una determinada cantidad de animales (cinco o diez, como los dedos de las manos), realizar transacciones comerciales siguiendo ese principio de economía es de hecho virtualizar lo actual para facilitar tanto las operaciones como la memoria de lo que se tiene o de lo que se ha enajenado. Si la escritura es una tecnología para producir y retener enunciados, estos otros métodos permiten producir y retener signos en una memoria externa.

Claro que las sociedades arcaicas no por ello dejan de ser sociedades esencialmente orales. Por esta razón construyen una memoria colectiva en la que se deposita el saber teórico y práctico de toda la comunidad, con vistas a su transmisión. Tal transmisión se asegura mediante mecanismos de regulación que reúnen el sentido con el sonido en los mensajes hablados. Frases encantatorias, plegarias, conjuros, salmodias, enigmas verbales, fórmulas para manifestar la amenaza o la sumisión,



© Enrique Soto. Mercado de animales, Miahuatlán, Oaxaca, 2008.

el poder o la dependencia, integran el conjunto de recursos que una comunidad se da a sí misma para preservar su cohesión y asegurar su permanencia. Se trata de recursos que combinan la espontaneidad con el artificio y se expresan en conductas ritualizadas. Incluso esto se repite, y aun se amplía, en culturas que disponen de la escritura en sentido estricto, dado que en ellas la escritura es patrimonio reservado a una casta y el grueso de la comunidad la desconoce. Se asegura que el más antiguo tratado de buen gobierno del que se tiene registro histórico, el Código babilónico de Hammurabí, está escrito en lenguaje simple y recurre a técnicas que facilitan la memorización. Este código, grabado sobre piedra en caracteres cuneiformes y que se suele datar hacia el siglo XVII antes de nuestra era, contiene prescripciones jurídicas, penales, rituales, morales, higiénicas y todo lo que cada hombre o cada grupo humano requiere para regular su conducta y administrar la justicia. Esta tendencia redaccional, según es fama, se repite en los libros sagrados de las culturas antiguas, y ello no tiene nada de extraño porque dichos textos eran sobre todo una guía para los pueblos que recibían y dependían de su mensaje. Podríamos decir que, vistas las cosas de ese modo, esta memoria artificial es también una memoria esencial. En el libro del *Deuteronomio* se lee: “Oye, Israel, Adonai es nuestro Dios, Adonai es Uno”(6,4); y en los siguientes versículos continúa:

Y estas palabras que yo te mando hoy estarán sobre tu corazón / y las repetirás a tus hijos y las recordarás estando en tu casa y andando por el camino y al acostarte y cuando te levantes (6, 6-7).

Incluso en esta seguramente lejana traducción se percibe que los versículos prolongan las palabras como un eco. La identidad del pueblo israelita, a través de los siglos y de las diásporas, se edificó en palabras como estas. ¿Memoria artificial o memoria esencial?

Pero volviendo al *Fedro*, hay que tener en cuenta que es un texto escrito en el siglo V, cuando ya estaba en auge la retórica entendida como oratoria persuasiva, una poderosa institución a la que Platón también criticó. Pues bien, en retórica la memoria era concebida como una programación técnica –una *tejné*– que permitía al orador tanto preparar como retener su discurso. Así, se concibió una “memoria de lugares” que consistía en imaginar un vasto edificio con pasillos y habitaciones en donde se almacenara toda la información distribuida por materias. Estas memorias de lugares eran bibliotecas virtuales en las que el visitante recibía orientación mediante indicaciones fijadas en los pasillos –imágenes preñantes– que mostraban el emplazamiento de la habitación requerida.

La memoria de lugares tomó el modelo de las bibliotecas históricas que la precedieron –más bien espacios protegidos que resguardaban tabletas de arcilla o de metal y rollos de papiro– pero sobre todo prefiguraron las que le sucedieron. También esta memoria se emparentó con otros artefactos diseñados para retener y recuperar información sobre diversas materias o sobre un conjunto: mapas geográficos y astrales, árboles de la ciencia, esquemas analógicos, tablas logarítmicas, lógicas combinatorias o sinopsis de las doctrinas teológicas. También sobre el modelo de la biblioteca se concibieron y ejecutaron obras enciclopédicas para compendiar el saber. Tanto en lugares imaginarios como sobre las páginas de los libros, de lo que se trataba era de recoger y distribuir información para dejarla disponible. En el siglo VIII, Isidoro de Sevilla escribió sus célebres *Etimologías*,

un volumen compuesto de veinte libros en los que este autor quiso reunir y poner al alcance de los hombres no solo todas las artes y las ciencias –sagradas y profanas– sino incluso todo lo que era dable observar en el universo físico y social. En esa obra pasmosa hay lugar para la teología y la jurisprudencia, la matemática y la música, la retórica y la gramática, la medicina y la historia, las artes marciales y el comercio, así como también se registra una incesante información sobre la velocidad del cielo, el trueno, el abismo, los gusanos, las piedras, los metales, los sepulcros, las naves, los edificios, los juegos, las comidas, las señales hechas con los dedos, los días de la semana, las telas de los vestidos, los utensilios domésticos, los aperos de labranza, en suma, todo lo que a un curioso llegara a interesar por grande o pequeño que esto fuera.

Podríamos recoger los párrafos precedentes diciendo que los tratados sobre memoria artificial dieron lugar a los varios ejercicios de mnemotécnica que persisten actualmente y también dieron lugar a la instalación de museos.⁴ Por su parte, esfuerzos como los de Isidoro de Sevilla han continuado desarrollándose en estudios enciclopédicos más sistematizados, así como en la confección de índices o de atlas. De cualquier modo hoy nos resulta difícil imaginar un prodigio de memoria como la de Pedro de Rávena quien publicó, en 1491, un muy influyente tratado sobre la materia. Pedro de Rávena era un profesor de derecho que se jactaba de dar sus clases sin ayuda de los libros pues los llevaba consigo y, acudiendo a su memoria, sabía encontrar al momento la página que necesitaba. Podía recitar sin vacilación y en cualquier orden todo el derecho civil y repetir literalmente los sermones que había oído una sola vez. Su memoria era un vasto edificio en el cual siempre había espacio disponible y por lo tanto siempre estaba creciendo. Prodigios como este fueron desapareciendo con el desarrollo de las ciencias modernas, las cuales construyeron sus propios métodos para la memorización.



© **Enrique Soto**. Tlaxcalancingo, Puebla, 2015.

Creo que con estas escasas sugerencias bastará para pensar que las modalidades de memoria artificial, imprescindible para el desarrollo de cualquier cultura, son siempre más de las que cualquier ciudadano del mundo puede concebir. Las memorias que hoy ponen a nuestra disposición las tecnologías globalizadas, tecnologías a las que asumimos ya como una segunda naturaleza del hombre contemporáneo, son básicamente otro avatar de la invención de la escritura. De estas memorias –o de esta Memoria– depende de manera creciente nuestra actividad cotidiana, tanto que podría decirse que el hombre contemporáneo ha instalado su actividad productiva y recreativa en la memoria artificial. Tal vez pronto empecemos a alimentar un temor opuesto al de Platón: no ya de que el hombre haya expulsado a la memoria sino de que la memoria expulse al hombre. Esto no sería ciencia ficción sino cumplimiento de la ley de los contrarios.

NOTAS

¹ Habría también una memoria biológica que comparten todos los seres vivos. Pero más que de una memoria propiamente dicha, se trata de una ley de la repetición encaminada a asegurar la supervivencia.

² En la antigüedad se tendía a creer que la sede del pensar y del sentir era un mismo órgano localizado a la altura del pecho. De ahí que pervivan las locuciones "guardar *in mente*" y "guardar *in petore*", ambas con el sentido de conservar algo para recordar.

³ *Confesiones*, Libro XI; por cierto, el Libro X está dedicado a la memoria; se trata de una reflexión cuya riqueza es siempre iluminadora, y que resulta imprescindible para quien se interese en este tema.

⁴ Originalmente, el museo era un templo dedicado a las musas, hijas de Zeus y de Mnemosine, diosa de la memoria.

Raúl Dorra
Programa de Semiótica y Estudios de la Significación
BUAP
rauldorra@yahoo.com.mx

El plomo en la alfarería POBLANA

Leopoldo **Noyola**

San Miguel Tenextatiloyan, junta auxiliar del municipio de Zautla, Puebla, aparece tras una serie de curvas en el extremo oriental de un vallecito de dos kilómetros de ancho dispuesto arriba de los 2,500 metros sobre el nivel del mar, y que abre llano cinco kilómetros hacia el Norte, para terminar en las inmediaciones de Zaragoza. Es un caserío tendido en la ladera circular de un monte todavía bien cubierto de pinos que se va descubriendo de a poco en cada curva, y cuyo enredo de cables y losas planas de cemento es prueba irrefutable de que aquí se ha perdido el encanto serrano de la teja y las dos aguas.

La comunidad tiene como actividad económica preponderante la alfarería, con la fabricación de cazuelas greteadas (esmaltadas con base de plomo), que combina armónicamente con la agricultura de temporal: maíz, frijol, haba, cebada, trigo y alverjón, salpicados de frutales como el durazno y hortalizas como la papa.

Entre sus habitantes existe un antiguo debate sobre el plomo que han ido acumulando en su sangre por el diario contacto con este elemento que abrillanta sus piezas. Hay quien asegura que el plomo no les hace daño, que lo trabajan con las manos descubiertas, sin tapaboca y nada pasa, “somos sanos”; otros afirman que tal vez haga daño, pero que el esmalte libre de plomo, el material sustituto que la autoridad les propone, no funciona igual que el plomo con los hornos disponibles, de baja temperatura, además de que el cliente no lo quiere. Muy pocos han cambiado al nuevo esmalte para proteger su salud.



© Enrique Soto. Mercado de animales, Amayuca, Morelos, 2013.



© Enrique Soto. Mercado de animales, Amayuca, Morelos, 2013.

La alfarería vidriada con plomo fue introducida a las costumbres de los alfareros mexicanos por los españoles en 1519, pues hasta entonces tapaban el poro de la cerámica a base de bruñido con piedras. El plomo demostró ser un material duro y resistente, pero más importante resultó que su cocción era posible a temperaturas relativamente bajas de entre 600 y 850 grados, lo que, tanto en las quemas a cielo abierto que imperaban en México –y siguen imperando en la loza tradicional de pueblos como San Miguel Tenextatiloyan–, como en los hornos primitivos de forma cilíndrica contruidos de ladrillos comunes y cubiertos de tepalcates, que también aportaron los españoles, resolvía antiquísimos conflictos de filtración de líquidos y ahorrraba tiempo y trabajo a sus productores. El vidriado con plomo, llamado desde entonces greta, fue acogido con entusiasmo por los mexicanos y, a pesar de sus probados efectos perniciosos, se sigue usando hoy con singular despreocupación.

En el Informe 2010 del Fondo Nacional para el Fomento de las Artesanías (FONART) y Blacksmith Institute, llamado *Uso del plomo en la alfarería en México*¹ se hace un tratamiento detallado de la historia, los estudios sanitarios y las consecuencias del uso del plomo en la alfarería mundial que deja pocas dudas respecto al daño causado por la exposición del ser humano al plomo, a pesar de su lenta manifestación.

Desde 1994 FONART ha dado especial atención al sector alfarero, productor de cerámica vidriada, mediante el Programa Nacional para la Adopción de Esmalte Libre de Plomo, buscando erradicar los trastornos en la salud de los artesanos. Para medir el nivel de plomo en sangre se seleccionó una muestra representativa de artesanos alfareros en comunidades de 4 de los estados con mayor producción de alfarería tradicional con esmalte vidriado, con resultados que confirman que los niveles de plomo en sangre de la población alfarera rebasan los señalados como permisibles en la norma oficial mexicana NOM-199-SSA1-2000 vigente para población no expuesta desde el 2002 (FONART, 2010, pp. 4-5).

Los efectos dañinos del plomo o greta en México fueron advertidos desde el lejano año de 1878 por el doctor Gustavo Ruiz Sandoval entre los habitantes de Oaxaca. Sus observaciones se basaron en los padecimientos más frecuentes que sufrían no solo los alfareros, sino la población en general. En su artículo “Envenenamiento lento por plomo en los habitantes de Oaxaca”, el doctor Ruiz afirmó que la greta era causante de inflamación de abdomen, vómitos, diarreas y rectitis, entre otros padecimientos comunes en Oaxaca (FONART, 2010, pp. 14-15). Sin embargo, pasaron más de cien años para que el tema volviera a ser motivo de preocupación.

En 1991, la hija de 7 años de John D. Negroponte, en ese entonces embajador de Estados Unidos en México, resultó con niveles de plomo



© Enrique Soto. Mercado de animales, Amayuca, Morelos, 2013.



© Enrique Soto. Mercado de animales, Amayuca, Morelos, 2013.

en sangre cuatro veces superiores al límite de seguridad estadounidense. El origen de la intoxicación se atribuyó al uso de una jarra de barro vidriado con greta usada para limonada. El hecho tuvo repercusión internacional y, desde entonces, el uso de plomo en la alfarería y en productos de uso común como juguetes, lápices, plumas, plastilinas, tintas, cosméticos y pinturas es un tema de interés para la opinión pública. Ese mismo año, una espontánea organización de connotados intelectuales mexicanos denominada “El grupo de los cien”, emitió un comunicado en donde se culpaba a la alfarería horneada a baja temperatura de causar intoxicación por plomo en la sociedad mexicana y recomendaba cambiar todos los hornos tradicionales por hornos de alta temperatura (FONART, 2010, p. 15), posible solución que en 2017 aún aguarda la hora de los justos.

La greta u óxido de plomo es un metal pesado, tóxico para el ser humano. Su presencia en el cuerpo es acumulativa, por lo que generalmente no se presentan síntomas de intoxicación sino hasta que han pasado varios años de exposición al óxido. Una persona puede estar intoxicada por plomo sin presentar síntomas claros. Los males se pueden confundir con otros padecimientos como dolor de cabeza, cansancio, dolor de articulaciones, molestias estomacales, etcétera. Los casos agudos de intoxicación por plomo provocan, entre otros males, saturnismo (plumbosis o plumbemia), demencia o daño irreversible a órganos internos. La exposición al plomo en mujeres

embarazadas puede provocar daños neurológicos o malformaciones físicas durante la gestación; produce anemia puesto que el plomo en la sangre bloquea la síntesis de hemoglobina y altera el transporte de oxígeno a la sangre y hacia los demás órganos del cuerpo.

El uso del plomo ha sido ya discontinuado en una gran cantidad de productos como pinturas, gasolinas, tuberías, juguetes y latas, pero se sigue utilizando en la alfarería. La comunidad alfarera está expuesta no solo al momento de esmaltar, sino constantemente debido a la contaminación ambiental, cuando el esmalte a base de plomo se esparce en sus talleres y casas. Cuando están en contacto con la greta los alfareros pueden intoxicarse al inhalarla o ingerirla. La ingesta puede ser accidental cuando se lleva a la cocina a través de la ropa, utensilios o las manos.

En muchos países en vías de desarrollo como el nuestro, donde la aplicación de las leyes es laxa, “los niños están expuestos al plomo por vivir en comunidades dedicadas a la alfarería o por el trabajo directo con la greta” (FONART, 2010, pp. 17-19). El plomo afecta a la sincronización de las conexiones intercelulares durante el desarrollo, alterando el sistema de circuitos neuronales, promoviendo una neuroglía precoz y modifica las concentraciones de algunos neurotransmisores, principalmente de adrenalina y noradrenalina.²

La exposición al plomo se produce principalmente cuando la alfarería vidriada con greta se utiliza para almacenar, cocinar o servir alimentos ácidos o bebidas calientes; es decir, la exposición al plomo depende del uso, frecuencia y tiempo utilitario de estos objetos.

En México, se encontró que más del 50 % de los objetos probados tuvieron niveles superiores a los establecidos por la Administración de Drogas y Alimentos (FDA) de los Estados Unidos para lixiviación de plomo. (FONART, 2010, pp. 21-22)

SAN MIGUEL TENEXTATILOYAN

En nuestro país, las familias dedicadas a la alfarería se localizan en 18 estados, 62 municipios y 95 comunidades.³ Contabilidades confiables, pero sin un claro sustento documental, afirman que en San Miguel Tenextatiloyan existen entre 2,300 y 2,500 alfareros organizados básicamente en un entorno familiar. Por más de medio siglo las ollas de barro han sido una referencia de San Miguel Tenextatiloyan, aunque en algún momento también lo fueron el pulque y el chocolate. Con el paso del tiempo, El Tepeyac, Tijapan, San Isidro, San Francisco del Progreso, Tagcotepec y Emilio Carranza se han ido sumando a la producción de ollas. El gremio alfarero siempre ha estado en aumento, en concierto con el crecimiento poblacional del país y, en consecuencia, del mercado.

© Enrique Soto. Fiesta de la Candelaria, Tlacotalpan, 2009.



© Enrique Soto. Fiesta de la Candelaria, Tlacotalpan, 2009.

“La greta hace daño, está probado” –me dice la instructora Verónica Contreras Álvarez al final de su taller sobre el uso de esmaltes en la loza patrocinado por el Fondo Nacional para el Fomento de las Artesanías (FONART) y el Ayuntamiento de Zautla, a través de la junta auxiliar de San Miguel Tenextatiloyan, en cuya sede en el centro del poblado fue instalado un horno de gas para uso pedagógico y agrega:

Usted entra a internet e investiga y hay muchísimas páginas donde se muestra el daño de la greta. En realidad, el organismo que detectó los problemas de plomo en la población fue la Secretaría de Salud, no fuimos nosotros los del FONART.

Las autoridades detectaron una alta concentración de plomo en los alfareros de Tenextatiloyan. La maestra Contreras me explicó que FONART está trabajando con una fundación llamada Blacksmith Institute, cuya sede está en Washington y aquí tiene personal de apoyo. Las pruebas de detección de plomo en la sangre no se realizan masivamente por su costo, pues cada una cuesta alrededor de 500 pesos, y para hacerlas se requieren máquinas especializadas. Verónica Contreras Álvarez abunda en el problema:

En Puebla ya se hizo el estudio, el año pasado hicimos estudios en talleres donde se tienen hornos de gas, porque se quiere demostrar que cuando uno ya está utilizando esmaltes, cuando ha dejado



© **Enrique Soto.** Fiesta de la Candelaria, Tlacotalpan, 2009.

de utilizar la greta, los niveles de plomo en la sangre deben de bajar, necesariamente. Estamos haciendo pruebas entre artesanos que ya tienen horno de gas, un monitoreo cada diez meses donde se les toman las muestras y se hacen las comparaciones. Se han hecho estudios aquí en San Miguel y los niveles son altísimos. El organismo humano no necesita el plomo, no deberíamos tener plomo, pues no lo necesitamos. No causa problema de inmediato, pero no debería estar en el organismo. Cuando la norma oficial mexicana permite un máximo de 10 microgramos por decilitro de sangre ($\mu\text{g}/\text{dl}$) y el aparato especial que mide los niveles de plomo en sangre lo máximo que marca son $65 \mu\text{g}/\text{dl}$, las pruebas con los alfareros suben al tope de $65 \mu\text{g}/\text{dl}$, y si el equipo midiera más marcaría más, varios alfareros nos salen al tope. De veinte puntos para arriba es un problema muy grave, imagínese el daño arriba de $65 \mu\text{g}/\text{dl}$. El deterioro físico depende de los organismos, la constitución, la alimentación de la persona, es como cualquier enfermedad; depende de las defensas. Los niños, por supuesto, son los más vulnerables. Aquí en San Miguel se han detectado malformaciones y otros problemas relacionados a eso.

Pero entrar en el tema del uso del plomo en la alfarería en San Miguel es como hacer un viaje al pasado, donde nada se ha dicho y nada se ha probado; donde las advertencias, las amenazas y las normas son una especie de eco que nadie acaba de escuchar, ni de entender. Una cosa está clara

entre la mayoría de los alfareros de San Miguel: conocen el uso de la greta, la han usado por generaciones, es una materia prima básica para su trabajo. Si hace daño o no, muchos de ellos afirman que no se sienten enfermos, aunque hay otras versiones que dicen lo contrario: se sienten enfermos.

El Centro de Formación y Capacitación Alfare-ro, una escuela para artesanos del Centro de Estudios para el Desarrollo Rural (CESDER), inició sus labores en 2005 precisamente en la coyuntura de la norma que buscaba regular el uso de la greta. Su labor ha sido permanente desde entonces en el entendido de que si alguien está expuesto a los efectos dañinos del plomo, más que el consumidor, es el artesano y su familia. Y aquí mismo comienzan las confusiones:

La norma primero dice que se permiten ciertas partículas por millón, después dice que no, que ninguna, que tiene que ser a fuerza libre de plomo. Y una de las cosas que busca (la artesanía) es entrar a mercados internacionales, pensar que esta puede ser una comunidad que el turismo se interese en visitar y la aduana no le diga “sabes qué, tu pieza no pasa”.

El que habla es Marco Antonio Comunidad Aguilar, director del CESDER en San Miguel, que invoca a la Organización de las Naciones Unidas y su preocupación por el tema del plomo en la

© **Enrique Soto.** Fiesta de la Candelaria, Tlacotalpan, 2009.



sangre de los alfareros mexicanos, pero el verdadero tema no es tanto el cómo se está tratando el tema de la salud sino el cómo no se está tratando en absoluto:

Nosotros, como centro alfarero, como CESDER, pensamos en que esa norma no era suficiente. Hubo una movilización que la frenó, no la detuvo, sino que la frenó y en eso FONART jugó un papel importante, pues quien es el encargado oficialmente de generar las condiciones para que los alfareros del país sustituyeran el plomo con materiales alternativos, no lo hizo. Pero no sabemos en la política pública cómo se definieron, lo cierto es que ha sido muy complicada la sustitución del plomo, porque no solo es cambiar un material tóxico por uno que no lo es, además de los elementos culturales que tiene la población.

Comunidad Aguilar se refiere al tema de la innovación en un ambiente regido por la tradición, por la costumbre, que debería en todo caso aplicarse con otros criterios; los esmaltes no reaccionan como la greta, los compradores aducen que la cazuela con esmaltes huele mal, sabe mal, se deteriora pronto. Afirmar Comunidad Aguilar:

Ese es el asunto, el esmalte no responde como la greta. Y como la norma todavía no es ley y no está prohibido el uso de la greta, pues se sigue usando. También tiene que ver con costos sociales que el gobierno está viendo. Ellos dicen: "llamamos a tantos productores para sustituir el plomo y no vinieron, vamos a ir a las comunidades a quebrarles sus piezas". Entonces eso se me hace como violento. Los escuchamos, apoyamos, estamos a favor de que la gente cambie el plomo, pues hace más daño al artesano que al consumidor porque su contacto es permanente, siempre, pues es su fuente de ingreso, y el consumidor no, lo usa a veces, el mismo cuerpo va desechando las partículas que pudo haber consumido.

Por lo tanto, la conciencia de la norma en San Miguel no es precisa y, en realidad, no se conoce en detalle. Se tiene la idea de que ya se aplica en otras partes del país, pero no en San Miguel, aunque no se preguntan la razón; hay, incluso en el Centro Alfarero del CESDER, que hizo de la aplicación de la norma su principal bandera de capacitación, ambigüedades respecto a lo que la norma indica sobre el límite de solubilidad del plomo (miligramos por litro) o de si va a ser ley o no. Hay, sin embargo, un estado de alerta temprana, una especie de preocupación sobre algún momento del futuro en el que el gobierno tome la decisión de aplicar la norma a rajatabla, para lo cual, aceptan, muy pocos están preparados.

Una cosa está clara: en las circunstancias de los artesanos de San Miguel, hoy por hoy, la norma es inaplicable, pues de hacerlo derrumbaría en unos cuantos días la economía de toda la región. Pero algo aún más inquietante es que, deducen, la greta en realidad no es mala, no hace daño e, incluso, es saludable. Se trata solo de mala propaganda, explica el anciano alfarero Fortino Alcántara:

No me van a dejar mentir que hace diez, doce años, empezó la mala propaganda de que la cazuela trae plomo y que ya los mexicanos se están muriendo de cáncer, porque comen en comida de cazuela, porque comen en el plato de barro. Yo llevo esta edad, y siempre me hacen mi comidita y mi café en la olla de barro cocida por mí, sí señor. Y no me han de quitar ese vicio hasta que me muera, porque a mí me gusta mi trabajo.⁴

No es, sin embargo, un problema de edad. Mucho más joven, Benigno Martínez Bravo asegura que la greta no es dañina y el esmalte no sirve, que la culpa la tiene el peltre:

Trabajamos la mercancía con la greta porque la ocupamos de por sí, no nos metemos al esmalte porque no es adecuado. No nos gustó. No tiene la demanda, no la tiene, digamos, porque se cuarteá, toda la pieza se estrella. Entonces la greta



© Enrique Soto. Fiesta de la Candelaria, Tlacotalpan, 2009.

dicen que es mala por el plomo, pero el plomo es cocido, y eso garantiza que no pase nada. Yo digo que la greta no es dañina, la preparamos con las manos descubiertas, descubierta la boca y no pasa nada. De hecho, hay niños que a veces se les ocurre y toman el agua de la greta y no pasa nada. Yo creo que si eso fuera cierto ya se habrían de morir, pero no pasa nada. Nada. La piel, por ejemplo, que nos picara, no pasa nada.

El principal argumento que esgrimen los alfareros es su experiencia vital, su propia salud y la de sus antepasados que amasaron y cocieron barro hasta muy ancianos. Así lo afirma el alfarero José Marcelino:

Así el problema es que la gente quiere lo tradicional. Dicen en la televisión que el plomo nos agarrará cáncer, pero la verdad, mis antepasados, mis abuelitos trabajaron la greta en sus cazuelitas, ya murieron, pero nunca se enfermaron de comer en sus cajetes con el material hecho con greta.

Y finalmente el mejor de todos los pretextos: al cliente lo que pida. Dice la alfarera Gregoria Rojas Jiménez:

Me da dolor de cabeza y náuseas, me siento rara. Ahora ya casi no la uso. Lo que pasa es que “al cliente lo que pida” y a veces la llegan a pedir, porque yo sé que tengo que darle la mercancía que él me pide, más que nada la necesidad me obliga.

La clientela exige el brillo de la greta y, bueno, nada como hacer lo que se sabe hacer con maestría. Con todo, una parte considerable de la comunidad de artesanos de San Miguel ha empezado a tener conciencia de que sus dolencias tienen una explicación en la combinación de riesgos que implica su labor, y en esto no ha sido ajena la labor del CESDER, que ha insistido como cuchillito de palo en los síntomas inequívocos de la intoxicación, así como del FONART y el Ayuntamiento que



© **Enrique Soto.** Mercado de animales, Amayuca, Morelos, 2013.

perseveran en sus cursos gratuitos para enseñar el uso de esmaltes y para hacerle ver a la gente los potenciales daños de la greta, los malestares que pueden confundirse con otros padecimientos, daños neurológicos (Garza y cols., 2005) o malformaciones físicas durante la gestación. Sobre esto la instructora Contreras aclara:

Nada de esto hemos visto en San Miguel, por fortuna, pero los malestares descritos por algunos artesanos tienen relación con esta información de fuentes oficiales. Se detecta cuando se tiene un sabor dulce en la boca y se sienten mareos. Sí, todos saben que hace daño, pero no hacen el cambio (de la greta por esmaltes) porque tienen la costumbre.

Los animales, por tomar el agua de la greta se mueren, imagínese usted el daño si es tomada, es como una bomba. Pero, por ahora, todos comercializan con greta en San Miguel Tenextatiloyan.

En nuestro recorrido pudimos encontrar alfareros concientizados que saben que la greta daña y, por tanto, actúan en consecuencia. Gregoria Rojas Jiménez ha experimentado en sí misma la sintomatología del plomo, “casi” no tiene dudas de sus efectos perniciosos:

Yo no sé si la greta hace daño, pero hay que prevenir porque, al menos yo, he trabajado con ella mucho tiempo. El día de hoy sí siento que me afecta, porque cuando mezclo la greta tengo dolor de cabeza, tengo náuseas, me siento rara. Se me viene la saliva muy dulce, pero mucha gente dice que no, que estoy mal de la cabeza, que no es cierto. Pero yo, como dejé de usar el plomo hace unos cuatro, cinco años, sí siento el efecto.

O bien, existen algunas familias que ya tienen una especie de control del plomo que circula en sus venas. La familia alfarera de Alicia Flores Pérez cumple con los deseos del cliente pero ahora tiene más cuidado:

Nunca me he enfermado, pero me hicieron la prueba del plomo, tengo 33 de plomo en la sangre. Mi esposo sí rebasa, llegó al límite, tiene 65; los niños, a uno de ellos le hicieron pruebas y tiene 44, pero yo pienso que a veces no se lavan bien las manos, estamos ocupando la greta y a la mejor comen con las manos con greta, o van y agarran los vasos y toman agua o algo; mientras la gente siga pidiendo loza con greta pues la vamos a seguir usando, pero vamos a tener un poquito más de protección.

En cuentas alegres de la artesana Gregoria Rojas Jiménez considera que muy pocos alfareros han dejado la greta, unos veinte, calcula; otros mezclan esmaltes con greta, lo que no le parece una solución:

Lo que yo no quiero es hacer eso, lo que yo quiero es usar puro esmalte, pero no me ha funcionado, al menos con este horno. Las piezas de abajo llegan a su punto, pero las de arriba no, entonces es la mercancía echada a perder que usted ve, la vuelvo a meter pero ya no da.

En el CESDER han aportado a la seguridad, dice el instructor Moisés Ramírez Zambrano mientras manipula unas piezas que ha cocido en un pequeño horno eléctrico de su taller debidamente protegido con guantes y mascarilla, prevención que raramente se ve entre los artesanos locales, que sacan las piezas al rojo vivo y exponen cara, ojos y extremidades; y con el horno aún caliente, vuelven a cargar.

Todo lo que podemos hacer aquí le denominamos buenas prácticas. Si trabajas con plomo usas guantes, usas cubreboca. Si es posible trata de salir hasta que se enfríe tu horno y hasta que te enfríes tú. En fin, tratamos de enseñar a manejar los materiales con cuidado. Lava tus trastes, no los tires al drenaje.

El uso de la greta tiene que ver con los dos factores advertidos por FONART: costumbre y preferencia de los clientes, pero no deja de ser una visión

superficial del problema. Hay un círculo vicioso en esta discusión que tiene que ver con dos factores, pero no los mismos que enuncia FONART: la calidad de los esmaltes disponibles y las limitadas características de los hornos tradicionales. Los esmaltes sin plomo, en estos hornos, a decir de los propios artesanos, no sustituyen a la greta, la calidad es muy inferior a la obtenida con el uso de plomo. El entonces presidente auxiliar de San Miguel Tenextatiloyan, Bulmaro Iglecias Contreras, nos recibió en su despacho para hablarnos del tema:

La Secretaría de Salud debería hacer un chequeo de sangre a todos los que están en contacto con la alfarería y de ahí ver cuántos estamos contaminados, porque ese sería un punto para que el alfarero tome precauciones, que diga si voy a hacer algo porque la greta sí me está causando daño.

La escuela de artesanos del CESDER hizo un experimento del deterioro del esmalte industrial en 2011 en el que utilizaron tres cazuelas a las que se echó salsa de chile, mole y un guiso de jitomate. Se usaron esmaltes de las tres marcas accesibles, y las tres cazuelas resultaron dañadas, oxidadas, con un aspecto poco atractivo para volver a echar ahí el guiso que se va a comer. Con la greta, en efecto, más allá del daño a la salud, esto no ocurre. En el laboratorio de la escuela se experimenta una variedad propia de esmalte que pretende resolver este problema, pues es claro que la razón que la creó en 2005 fue justamente la sustitución de la greta en las ollas de San Miguel.

La solución no ha llegado aún, los loceros siguen usando la greta y la discusión sobre su peligrosidad da vueltas y se discute una y otra vez. Hay numerosos artesanos en San Miguel Tenextatiloyan que han aprendido a trabajar con los esmaltes, pero los más exitosos son los que ya tienen un horno de gas que les permite alcanzar temperaturas superiores a las de los hornos tradicionales que le dan un efectivo rendimiento al esmalte. Algunos plantean incluso soluciones heterodoxas,



combinan greta con esmaltes, o combinan el uso del horno tradicional con el de gas en los dos procesos de quemado, lo que les permite ahorrar dinero. Sus ollas brillan como las de la greta y en ocasiones brillan más. Y en sus lugares de venta, un cartelón que avisa al cliente que se trata de loza “libre de plomo” les ha traído buenos dividendos, pues un creciente número de ciudadanos, preocupado por las perniciosas amenazas del consumo de plomo, comienzan a darles preferencia. Lo cierto es que la querrela entre el plomo y el esmalte ya forma parte de la discusión en el entorno productivo de San Miguel, aunque algunos especialistas insisten en que el problema no es el esmalte, sino el horno. Pero eso, como diría la Nana Goya, es otra historia.

REFERENCIAS

Garza A, Chavez H, Vega R y Soto E (2005). Mecanismos celulares y moleculares de la neurotoxicidad por plomo. *Salud Mental* 28:48-58.

NOTAS

¹ Informe 2010, *Uso del plomo en la alfarería en México* del Fondo Nacional para el Fomento de las Artesanías (FONART) y Blacksmith Institute, de Mario Covarrubias Pérez y Daniel Estrada Sánchez: <http://alfareria.org/sites/default/files/images/InformePbAlfareria2010.pdf>

² <https://es.wikipedia.org/wiki/Saturnismo>.

³ La greta o vidriado en México, en: <http://www.uv.mx/popularte/es/scriptphp.php?sid=658>.

⁴ Entrevista con don Fortino Alcántara realizada por Sergio Mastretta en el propio trabajo de campo del autor.

Leopoldo Noyola

Antropólogo

Revista Elementos

polo.noyola@gmail.com

Drogas del siglo XXI: ketamina, drogas recreativas y dinámicas moleculares

Ángel A. Islas
Christian Jorgensen
Eduardo Salinas Stefanon

*Es Satán Trismegisto quien mece largamente
nuestro espíritu encantado,
Y el rico metal de nuestra voluntad
es todo vaporizado por este sabio químico.¹*

C. Baudelaire (1821-1867)

ANTIDEPRESIÓN EXPRÉS:

EL DEMONIO ESTÁ EN LOS DETALLES (QUÍMICOS)

En la década de los noventa del siglo pasado el surgimiento de la entonces nueva generación de antidepresivos selectivos como el notorio Prozac² había establecido el *status quo* del tratamiento farmacológico de la depresión. Una optimista plétora de publicaciones científicas propuso que la neuroadaptación³ y el reforzamiento a largo plazo⁴ de la actividad de los neurotransmisores serotonina y noradrenalina en el cerebro como producto de la administración repetida de estos antidepresivos eran los responsables de la respuesta clínica. Si bien esta explicación llegó a los libros de texto de psicofarmacología, el efecto antidepresivo de estos fármacos precisa de al menos semanas de tratamiento antes de ser evidente. Tras la primera década de este siglo, la ketamina, una vieja droga de abuso, se perfila a romper este esquema.

La ketamina o *Special K*, hoy una sustancia prohibida clase B conocida popularmente por su uso como anestésico para animales, catalogada como un agente disociativo, ha sido considerada una buena herramienta para el estudio de la esquizofrenia, ya que replica de forma aguda varios de los más dramáticos síntomas de esta enfermedad como las alucinaciones, la paranoia, las ideas delirantes, la reticencia social y la disfunción cognitiva (Frohlich y cols., 2014). No obstante, este fármaco ha sido utilizado con éxito para prevenir la neurotoxicidad en enfermedades neurodegenerativas y se ha argumentado que las ventajas de su uso actual como anestésico en países de bajo y medio ingreso son superiores con respecto a su potencial de abuso (Taylor y cols., 2016). En el siglo XXI se descubrió que cierta formulación y a dosis sub-anestésicas (0.5 mg por kg) esta droga produce efectos prometedores para abatir la depresión en solo un par de horas y con resultados duraderos incluso en el tratamiento de depresión resistente a los fármacos actuales (Berman y cols., 2000).

Una molécula de ketamina puede tener dos “presentaciones” o arreglos tridimensionales de sus átomos llamados enantiómeros o isómeros ópticos (estereoisómeros) que constituyen una imagen especular uno del otro (Figura 1). Esta propiedad se denomina quiralidad y a menudo tiene importantes repercusiones biológicas. En este caso se ha encontrado que, aunque una sola administración de ambos estereoisómeros de la ketamina: (R)-ketamina (del latín: *rectus*, derecho) o (S)-ketamina (*sinister*, izquierdo) produce una rápida respuesta antidepressiva en modelos animales; solo el efecto del isómero (R) produce un efecto duradero que además parece estar mediado por la formación de nuevas conexiones entre células del cerebro (sinaptogénesis) (Yang y cols., 2015). Este descubrimiento aún no ha llegado a la clínica, debido en gran medida a las regulaciones legales, pero esfuerzos se han hecho en los medios de comunicación, sobresalientemente en países

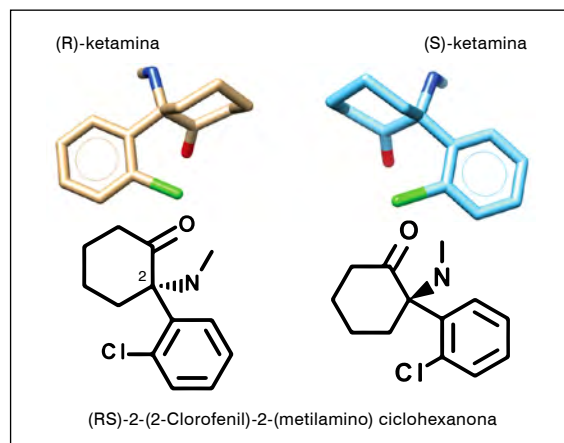


Figura 1. Molécula de ketamina. La mezcla racémica callejera (ambas presentaciones R y S en proporción aproximadamente del 50/50 %) insuflada o inyectada se conoce como *Special K*, una droga de abuso que de forma temporal induce principalmente analgesia y despersonalización o disociación, i.e. experiencias extracorpóreas.

como Australia (Loo, 2015) para abogar por su uso, cuyo beneficio inmediato resulta fehaciente.

EL BLANCO MOLECULAR DEL NUEVO

MOTHER'S LITTLE HELPER⁵

El blanco molecular de la ketamina, es decir la interacción droga-proteína por medio de la cual esta molécula produce sus efectos biológicos, había sido elucidado ya en los años ochenta del siglo XX (MacDonald y cols., 1987). Resulta que esta molécula reduce la transmisión⁶ del glutamato (el neurotransmisor excitador por excelencia del sistema nervioso) al bloquear directamente el poro del canal-receptor NMDA, el cual constituye una proteína que atraviesa la membrana celular de las neuronas y al ser activada en respuesta a la unión extracelular de glutamato y glicina permite el ingreso de calcio y sodio al interior de la célula desencadenando una serie de procesos fisiológicos relacionados con la memoria, el infarto cerebral (*stroke*) y desórdenes psiquiátricos y anímicos, entre otros, (Glasgow entre otros, 2015).

Resulta fascinante el hecho de que el bloqueo del poro del receptor NMDA con alta potencia por medio de dizocilpina (MK-801) o fenciclidina (PCP) o “polvo de ángel” (otra droga de abuso popular al final de la década de 1970), induce alucinaciones

(Petersen, 1978), mientras que los bloqueadores de menor potencia como ketamina y dextrometorfano (este último es componente activo actualmente común en jarabes para la tos), ejercen efectos disociativos y analgésicos (Frohlich y cols., 2014). Intrigantemente el sitio de unión en el interior del lumen del poro del canal NMDA también es compartido por la memantina y la amantidina, fármacos usados en el tratamiento del mal de Parkinson y la enfermedad de Alzheimer, respectivamente. La memantina y la amantidina constituyen moléculas importantes para el desarrollo de nuevos agentes neuroprotectores y nootrópicos (potenciadores cognitivos, “*smart drugs*” estimuladores de la memoria, inteligencia, atención y concentración) (Connolly y cols., 2014; Vignisse y cols., 2014). El hecho de que esta gama de fármacos psicoactivos comparte un mecanismo de acción similar, pone de manifiesto la necesidad de dilucidar sus diferencias a nivel molecular. En este respecto, el uso de métodos computacionales puede tener una huella invaluable.

LUDOFÁRMACOS: INTRANSIGENCIAS LEGALES

*Nuestra piel es del sueño más frágil y nuestros
corazones destellan más brillantes que el neón...
Hemos sido marchitados por las fuertes
luces del día, sangrando nieve rosa [...]
Nosotros somos parte de la maquinaria de
la noche, transformando miedo en amistad.
Nosotros usamos nuestros cerebros con orgullo,
intercambiando sueños y cigarros, llenándonos
con éxtasis y música, cambiando sexo y máscaras⁷*
M. Strunges (1958-1986)

El diseño de drogas recreativas y comerciales no se ha quedado atrás en este siglo. Resultó controversial el despido del profesor David Nutt, el entonces presidente del Advisory Council on the Misuse of Drugs en el Reino Unido, por haber afirmado, con base en sus hallazgos científicos respaldados en evidencia, que el éxtasis o MDMA, un agente empatogénico selectivamente tóxico, pero con potencial para tratar estrés post-traumático (Sessa,

2016) “no es más peligroso que andar en caballo” (Hope, 2009). Como parte de una conferencia en el 2009 sobre los resultados y retos de los nuevos ansiolíticos y antidepresivos, el doctor Nutt compartió de manera sarcástica en una sección de su charla titulada “*Why was I sacked*”,⁸ parte de la conversación que tuvo con la legisladora en turno:

–No puede comparar una droga ilegal, con algo legal como andar a caballo!
–¿Por qué no?
–Porque no está bien!!
El éxtasis es una sustancia ilegal!

(Nutt, 2009)

Precisamente, el papel del profesor Nutt es el de revisar la evidencia y llevar a cabo experimentos controlados de manera imparcial para informar a los legisladores en términos no especializados, pero concretos y comparativos, los riesgos fisiológicos, públicos y sociales que cada nueva sustancia psicoactiva representa. En el 2010, David Nutt funda el Independent Scientific Committee on Drugs⁹ y realiza investigación en el Imperial College London.

Mi trabajo no es criticar las políticas, mi trabajo es defender la ciencia, y cuando los políticos hacen uso de mala ciencia para justificar sus políticas, es mi deber manifestarme

(Nutt, 2012)

Esto ha desencadenado una carrera entre los químicos diseñadores de drogas recreativas y la legislación de los gobiernos. Dr. Zee, un matemático judío diseñador de drogas “anónimo”, ha sido el responsable de la popularización y comercialización, a principios de este siglo, de la mefedrona, *M-cat* o *meow meow* antes catalogada como un *legal high* o droga recreativa legal (Figura 2). Esta droga empatogénica, cuyo efecto fue descrito por su mismo creador como una mezcla entre cocaína y éxtasis, también presenta ambos tipos

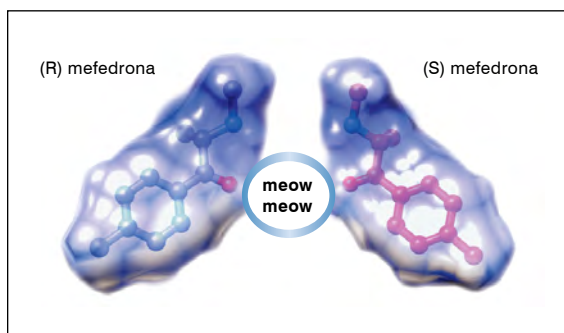


Figura 2. Molécula de mefedrona, también conocida como meow-meow. Ambos enantiómeros producen muerte de neuronas que fabrican dopamina. Debido al parecido de su estructura con este neurotransmisor y con la anfetamina, probablemente sus efectos fisiológicos y conductuales estén relacionados con su interacción directa con el transportador de dopamina. Dada su prohibición, la investigación de estos compuestos se encuentra restringida y su riesgo real en humanos se desconoce.

de enantiómeros R y S (mezcla racémica); según estudios en ratas es tóxica para neuronas dopaminérgicas (células que fabrican dopamina en el cerebro) y el isómero S es también tóxico para neuronas serotoninérgicas (las cuales fabrican serotonina) (Gibbons y cols., 2010).

En términos generales, para ejercer sus efectos, la mefedrona se une a los transportadores¹⁰ de dopamina y serotonina, bloqueando su recaptura y prolongando su acción en el cerebro (Martínez-Clemente y cols., 2012). Interesantemente, el MDMA (éxtasis) se une al transportador de serotonina y no solo inhibe la recaptura de este neurotransmisor, sino que revierte su flujo, causando una liberación masiva de serotonina en el sistema nervioso central (Berger y cols., 1992). Además de estas dos drogas de abuso, la fluoxetina (Prozac) también inhibe la recaptura de serotonina y pone de manifiesto la necesidad de métodos que permitan la investigación del mecanismo de acción de fármacos con mayor detalle. A continuación se describe brevemente uno de estos métodos.

UN MICROSCOPIO COMPUTACIONAL:

NUEVOS MÉTODOS PARA ESTUDIAR NUEVAS DROGAS

El creciente número de proteínas cuya estructura ha sido determinada a escala atómica y el desarrollo

de nuevos métodos computacionales para la simulación de su comportamiento, han contribuido al conocimiento del mecanismo de acción de fármacos, modelando realistamente y con gran detalle la conformación de tal o cual proteína al interactuar con drogas de interés farmacológico.

Si se conoce, por ejemplo, que una droga actúa sobre tal o cual proteína para ejercer su efecto biológico, uno de los métodos computacionales más recientes para dilucidar su sitio de unión en dicha proteína consiste en la simulación imparcial de todos sus átomos en solución o embebida en una membrana biológica. Este sistema constituye una matriz tridimensional de valores discretos que evoluciona a lo largo del tiempo con base en reglas reduccionistas de las leyes fisicoquímicas. Tal método se denomina Dinámica Molecular.

Con el fin de detallar a nivel molecular todo probable sitio de unión, a dicho sistema se le añade al azar una alta concentración de moléculas de alguna droga (o ligando) y haciendo uso de supercómputo se deja evolucionar a lo largo de decenas de nanosegundos. Esta aproximación se denomina *flooding* (Figura 3) y ha sido empleada para la identificación de los posibles sitios de interacción droga-receptor (en el caso de la Figura 3 el bloqueador PAP-1 en el canal de potasio Kv1.2) (Jorgensen y cols., 2015). La premisa consiste en que a lo largo del tiempo de simulación los ligandos interactúan con los sitios en la macromolécula (proteína) termodinámicamente más favorables para su unión (*binding site*) y adquirirán una orientación relativa (*binding pose*) consistente. Esto permite predecir: I) el número, la posición y la conformación de los aminoácidos más importantemente involucrados en la interacción ligando-receptor, II) la ruta de acceso y la trayectoria que la droga sigue para llegar a su sitio de unión, III) los cambios en la conformación de la proteína a corto plazo inducidos y precedidos ante la unión del ligando, y IV) el tipo de enlaces químicos que el ligando establece con la proteína y los grupos funcionales que contribuyen en la interacción y de este modo las posibles sustituciones de estos grupos que incrementarían o disminuirían la afinidad que la proteína tiene por

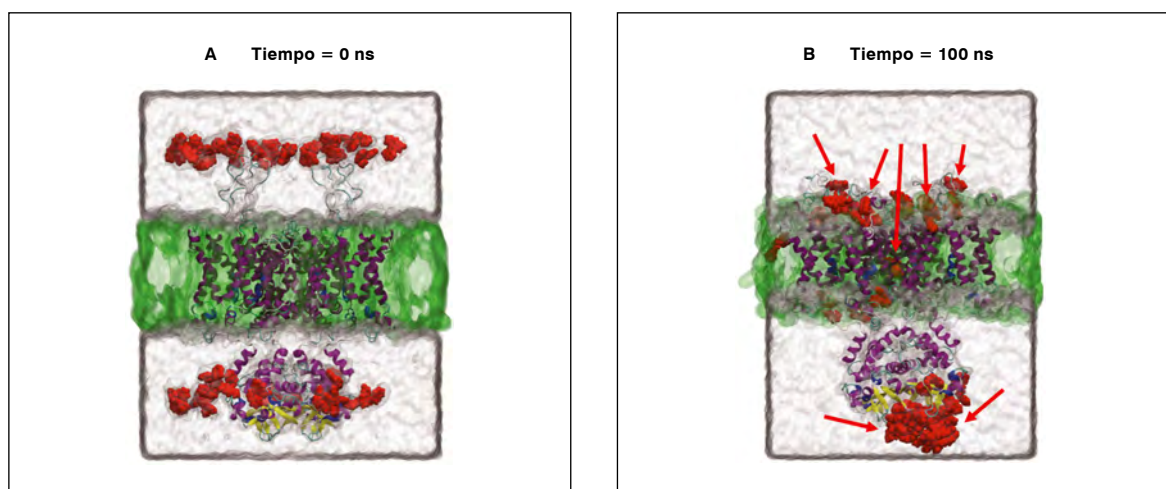


Figura 3. Ejemplo de la simulación de dinámica molecular “flooding”. **A)** Cuarenta moléculas de la droga PAP-1 (una pequeña molécula que se desarrolló por medio de la química medicinal clásica de la planta *Ruta graveolens*) cuyo sitio de unión es desconocido, se colocan en el cubo de agua, el cual representa la solución extracelular (arriba de la membrana) e intracelular (debajo de la membrana) que contiene al receptor; en este caso el canal de potasio Kv1.2 (en morado) embebido en una bicapa de fosfolípidos (en verde) que representa la membrana celular. **B)** Transcurridos 100 nanosegundos de simulación las moléculas de la droga que en el panel A “flotan” libremente, han migrado a sitios en el canal formando interacciones fisicoquímicamente favorables (flechas rojas).

la droga dando pauta al diseño de fármacos con mayor selectividad y potencia.

A pesar de la formidable herramienta que constituye la Dinámica Molecular, existen grandes retos. Uno de ellos es la escala de tiempos y el poder de cómputo. Actualmente, un equipo de supercómputo de 100 CPUs puede simular un sistema de 30,000 átomos por 1 milisegundo al cabo de 3 meses (Schwantes y cols., 2014). Mientras que, en comparación, los tiempos de activación y deactivación del receptor NMDA son de ~5 milisegundos y ~105 milisegundos, respectivamente (Cumings, 2013).

REFERENCIAS

- Berger UV, Gu XF, Azmitia EC (1992). The substituted amphetamines 3,4-methylenedioxymethamphetamine, methamphetamine, p-chloroamphetamine and fenfluramine induce 5-hydroxytryptamine release via a common mechanism blocked by fluoxetine and cocaine. *Euro pean journal of pharmacology* 215(2-3): 153-160.
- Berman RM, Cappiello A, Anand A, Oren DA, Heninger GR, Charney DS, et al (2000). Antidepressant effects of ketamine in depressed patients. *Biological psychiatry* 47(4): 351-354.
- Connolly BS, Lang AE (2014). Pharmacological treatment of Parkinson disease: a review. *Jama* 311(16): 1670-1683.
- Frohlich J, Van Horn JD (2014). Reviewing the ketamine model for schizophrenia. *Journal of psychopharmacology* 28(4): 287-302.
- Gibbons S, Zloh M (2010). An analysis of the 'legal high' mephedrone. *Bioorganic & medicinal chemistry letters* 20(14): 4135-4139.
- Glasgow NG, Siegler Retchless B, Johnson JW (2015). Molecular bases of NMDA receptor subtype-dependent properties. *The Journal of physiology* 593(1): 83-95.
- Hope C (2009). Ecstasy 'no more dangerous than horse riding'. The Telegraph.
- Jorgensen C, Darre L, Vanommeslaeghe K, Omoto K, Pryde D, Domene C (2015). In silico identification of PAP-1 binding sites in the Kv1.2 potassium channel. *Molecular pharmaceutics* 12(4):1299-1307.
- Loo C (2015). Is ketamine ready to be used clinically for the treatment of depression? *The Medical Journal of Australia* 203(11), 425. doi:10.5694/mja15.00966. Recuperado de: www.mja.com.au/journal/2015/203/11/ketamine-ready-be-used-clinically-treatment-depression.
- MacDonald JF, Miljkovic Z, Pennefather P (1987). Use-dependent block of excitatory amino acid currents in cultured neurons by ketamine. *Journal of neurophysiology* 58(2): 251-266.
- Martinez-Clemente J, Escubedo E, Pubill D, Camarasa J (2012). Interaction of mephedrone with dopamine and serotonin targets in rats. *European neuropsychopharmacology: the journal of the European College of Neuropsychopharmacology* 22(3): 231-236.
- Nutt D (2009). Conferencia: "Anxiolitics and Anidepressants." Universidad de Newcastle Upon Tyne, Reino Unido.
- Petersen RC, Stillman RC (1978). *Phencyclidine Abuse: An Appraisal*, edn. vol. 21. National Institute of Drug Abuse Research Monograph: Rockville, MD.
- Schwantes CR, McGibbon RT, Pande VS (2014). Perspective: Markov models for long-timescale biomolecular dynamics. *The Journal of chemical physics* 141(9): 090901.



© **Enrique Soto**. Mercado de animales, Amayuca, Morelos, 2013.

Sessa B (2016). MDMA and PTSD treatment: PTSD: From novel pathophysiology to innovative therapeutics. *Neuroscience letters*.
 Taylor P, Nutt D, Curran V, Fortson R, Henderson G, DrugScience (2016). Ketamine—the real perspective. *The Lancet* 387(10025): 1271-1272.
 Vignisse J, Steinbusch HW, Grigoriev V, Bolkunov A, Proshin A, Bettendorff L, *et al* (2014). Concomitant manipulation of murine NMDA- and AMPA-receptors to produce pro-cognitive drug effects in mice. *European neuropsychopharmacology: the journal of the European College of Neuropsychopharmacology* 24(2): 309-320.
 Yang C, Shirayama Y, Zhang JC, Ren Q, Yao W, Ma M, *et al* (2015). R-ketamine: a rapid-onset and sustained antidepressant without psychotomimetic side effects. *Translational psychiatry* 5: e632.

NOTAS

¹ C'est Satan Trismégiste qui berce longuement notre esprit enchanteré, Et le riche métal de notre volonté, Est tout vaporisé par ce savant chimiste.

² Nombre genérico: fluoxetina, pertenece a la clase de inhibidores selectivos de la recaptura de serotonina (SSRI); su blanco molecular es el transportador de serotonina.

³ Remodelación o compensación del cerebro en respuesta a una sustancia química, e.g. incremento en el número de receptores a

un neurotransmisor.

⁴ Incremento duradero de una respuesta ante un estímulo previo.

⁵ El título hace alusión a la canción de The Rolling Stones (del álbum *Aftermath* de 1966), donde se describe el uso de un fármaco por medio del cual una ama de casa lidia con su ajetreada vida.

⁶ La ketamina reduce la respuesta al glutamato, pero a su vez de glutamato si esta bloquea receptores NMDA en células glutamatergicas al impedir la acumulación intracelular de calcio, indispensable para la liberación del neurotransmisor.

⁷ Traducción del autor.

⁸ Porque me corrieron/despidieron.

⁹ Ahora llamado simplemente DrugScience (www.drugscience.org.uk).

¹⁰ Los transportadores de dopamina y serotonina son proteínas transmembrana que recapturan dichos transmisores.

Ángel A. Islas
Instituto de Fisiología
Facultad de Ciencias Químicas, BUAP
angelislas@gmail.com

Christian Jorgensen
Departamento de Química
King's College London, Reino Unido

Eduardo Salinas Stefanon
Instituto de Fisiología, BUAP
esalinasa@gmail.com

Obesidad y sistema INMUNE

Saúl Ramírez De los Santos
Edgar Iván López Pulido
Juan Manuel Guzmán Flores

La obesidad es un problema de salud en el mundo. De acuerdo a datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el 2014, el 39 % de los mayores de 18 años presentaban sobrepeso y el 13 % padecían de obesidad. En México la situación es más grave, de acuerdo a la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT), realizada en el 2012; poco más de 7 de cada 10 mexicanos adultos mayores de 20 años padecía sobrepeso u obesidad. De estos, 57 % padecía sobrepeso y el 43 % obesidad. Esto significa que 48.6 millones de personas tienen problemas de peso. Sin embargo, debido a que en los últimos años se ha observado un incremento en la prevalencia de esta enfermedad, es de esperar que estos números hayan aumentado a la fecha. La obesidad, además, es un factor de riesgo para diversas enfermedades como aterosclerosis, hipertensión, resistencia a la insulina y diabetes mellitus (Barquera, Campos-Nonato y cols., 2013).

Siendo la obesidad una enfermedad multifactorial y de gran complejidad, se han propuesto muchas definiciones; sin embargo, se acepta habitualmente la propuesta por la OMS, la cual la define como una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud. Se establece que una persona padece

sobrepeso cuando presenta un índice de masa corporal (IMC) igual o superior a 25, mientras que las personas con un IMC igual o superior a 30 son consideradas con obesidad. El IMC es un indicador de la relación entre el peso y la altura y se calcula dividiendo el peso de una persona en kilos por el cuadrado de su talla en metros (kg/m²) (OMS, 2015).

OBESIDAD E INMUNIDAD

Tradicionalmente, la obesidad se había concebido de una manera muy simplista: se consideraba que esta patología era producto de un exceso en la ingesta de alimentos aunada a una inadecuada actividad física. Sin embargo, se debe de tomar en cuenta el tipo de alimento que se está ingiriendo. Una de las causas del aumento de la obesidad es el incremento en la ingesta de grasas saturadas y carbohidratos junto con una disminución en la ingesta de vegetales. De igual manera, gran cantidad de estudios han sugerido que cerca del 70 % de la variabilidad del peso corporal está relacionada con factores genéticos, los cuales actúan principalmente en las etapas tempranas de la vida o en síndromes específicos. También se han reportado como factores asociados al desarrollo de la obesidad alteraciones del sistema nervioso, tales como comportamientos obsesivos-compulsivos, así como factores económicos, culturales y emocionales (González Jiménez, 2013).

Por otra parte, se ha establecido que existe una asociación entre el IMC y el índice de mortalidad, este hecho se basa en datos clínicos y epidemiológicos, los cuales muestran que los pacientes con obesidad son más propensos a desarrollar infecciones; así como mayor tiempo de recuperación y probabilidad de infecciones cuando son sometidos a operaciones quirúrgicas. Estos efectos pueden ser debidos a alteraciones en el sistema inmune, el cual es el encargado de protegernos de las infecciones causadas por microorganismos patógenos, así como de reparar los tejidos dañados.

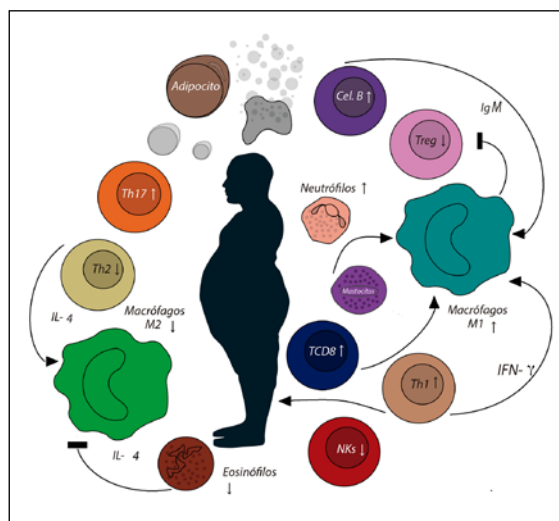


Figura 1. Células del sistema inmune en la obesidad. Las personas que padecen obesidad presentan mayores niveles de macrófagos M1, neutrófilos, mastocitos, células T citotóxicas, Th1 y Th17, mientras que en las personas delgadas las células Th2, T reguladores, macrófagos M2 y eosinófilos son más frecuentes. Los niveles de las células NKs y los basófilos en los sujetos con obesidad son controversiales.

La relación entre obesidad e inmunidad se ha determinado con base en alteraciones de moléculas y células del sistema inmune innato y adaptativo (Figura 1). Con respecto a las células del sistema inmune innato, los macrófagos han sido las células más estudiadas con relación a la obesidad. Estas células se encargan de fagocitar bacterias o cualquier objeto extraño que entre a nuestro cuerpo. Existen dos subtipos de macrófagos, los M1 los cuales promueven la inflamación secretando moléculas como el factor de necrosis tumoral alfa (TNF-α) e interleucina 6 (IL-6), estas moléculas a su vez pueden inducir resistencia a la insulina bloqueando la vía de señalización de la insulina. El otro subtipo es el M2, estos inhiben la inflamación secretando moléculas como la interleucina 10 (IL-10). Se ha observado que existe gran cantidad de macrófagos en el tejido adiposo, principalmente del tipo M1, esto puede ser debido a un cambio del fenotipo M2 a M1 o a la infiltración de nuevos macrófagos en el tejido adiposo. Este efecto influye para que en la obesidad se presente una inflamación de bajo grado (Guzmán-Flores y López-Briones, 2012).

Otros tipos celulares que se encuentran afectados en la obesidad son los neutrófilos cuyo número



© **Enrique Soto.** Guajolotes, Tlacolula, Oaxaca, 2016.

aumenta en la sangre circulante de sujetos con obesidad. Además de que también se han encontrado infiltrados en el tejido adiposo y producción de moléculas inflamatorias, como la elastasa, la cual también induce resistencia a la insulina al degradar el sustrato 1 del receptor a la insulina, una molécula clave para que se lleve a cabo la correcta función de esta hormona (Eheim, Medrikova y cols., 2014). Los eosinófilos son otro tipo celular del sistema inmune que participa en los procesos alérgicos, así como en la defensa contra los parásitos, y parecen disminuir conforme aumenta el tejido adiposo y en la misma medida de los macrófagos M2. Este efecto puede ser debido a que los eosinófilos secretan interleucina 4 (IL-4), la cual participa en la polarización de los macrófagos hacia el fenotipo M2 (Chatzigeorgiou y Chavakis, 2016).

Los mastocitos también se han encontrado aumentados en el tejido adiposo de ratones y humanos que presentan obesidad (Chatzigeorgiou y Chavakis, 2016).

Las células asesinas naturales (NKs), encargadas de eliminar a las células infectadas por virus

o potencialmente cancerosas. Se han encontrado niveles bajos de estas células en tejido adiposo, pero otros estudios han mostrado niveles altos de estas células en sujetos con obesidad. Un aspecto que llama la atención es que este tipo de células muestra una disminución en su capacidad de eliminar a las células dañadas, lo que podría explicar la alta prevalencia de infecciones en las personas con obesidad (Eheim, Medrikova y cols., 2014).

Por otra parte, en el sistema inmune adaptativo participan principalmente dos tipos celulares, las células B y las células T, estas con varios subtipos. El conocimiento de la relación entre la obesidad y la inmunidad adaptativa inició cuando se reportó que los sujetos con obesidad presentan un mayor número de células T infiltradas en el tejido adiposo. Específicamente, los linfocitos T citotóxicos, un subtipo de células T encargado de protegernos de los patógenos intracelulares; se han encontrado en grandes cantidades en el tejido adiposo y con una notable actividad citotóxica. La función de estas células en la obesidad ha



quedado clara en experimentos en que se eliminan genéticamente los linfocitos T citotóxicos en ratones y esto resulta en una disminución de macrófagos M1, así como de moléculas proinflamatorias. Además, cuando a estos ratones se les transfieren los linfocitos T citotóxicos faltantes, muestran una mayor infiltración de macrófagos M1, un aumento

de moléculas proinflamatorias y resistencia a la insulina (Nishimura, Manabe y cols., 2009).

Otro subtipo de linfocitos T los llamados Th1; se encargan de eliminar patógenos extracelulares, como las bacterias. El número de células Th1 aumenta considerablemente en los sujetos con obesidad, así como el interferón- γ , que contribuye en la inhibición de la vía de señalización de la insulina. Además, este aumento de interferón- γ se ha

asociado con una mayor infiltración de macrófagos M1, efecto que puede estar ligado con la leptina, molécula que se encuentra relacionada con las señales de saciedad.

Las células Th2 normalmente se encargan de colaborar con otras células para eliminar parásitos y se han encontrado disminuidas, o sin cambios, en pacientes con obesidad. Se ha observado que cuando se transfieren células Th2 a ratones obesos mejora la sensibilidad a la insulina, además de que aumenta el número de macrófagos M2, posiblemente por la acción de la IL-4, molécula que es secretada por los linfocitos Th2.

Los linfocitos T reguladores (Treg) son un subtipo de células T que inhibe la respuesta inmune y de esta manera contribuye a la homeostasis del organismo. Distintos estudios han mostrado bajos porcentajes de células Treg en el tejido adiposo de sujetos con obesidad. Además, se ha observado que cuando se induce un incremento en el número de las Treg en ratones obesos se mejora la sensibilidad a la insulina y disminuye el número de macrófagos M1, al igual que la inflamación (Guzmán-Flores y Portales-Pérez, 2013).

Un quinto subtipo de linfocitos son las células Th17. Estas células participan en la patofisiología de enfermedades inflamatorias tales como artritis, psoriasis y lupus; también son las principales responsables de secretar la interleucina 17 (IL-17). Se ha observado un aumento de células Th17 y de IL-17 tanto en la sangre como en el tejido adiposo de ratones y de humanos. Este incremento puede atribuirse al ambiente creado por la obesidad, el cual muestra altos niveles de IL-6, lo que estimula la proliferación de las Th17 (Ahmed y Gaffen, 2010).

Existe poca información acerca de la participación de las células B en el desarrollo de la obesidad. Éstas son responsables de la producción de anticuerpo. Se ha observado una infiltración de células B en el tejido adiposo de sujetos con obesidad, junto con una mayor secreción de inmunoglobulina G, un tipo de anticuerpo que participa en la diferenciación de los macrófagos hacia el fenotipo M1, estimulando de esta manera el proceso inflamatorio (Guzmán-Flores y López-Briones, 2012).

INICIO DE LA INFLAMACIÓN EN LA OBESIDAD

Aunque es aceptada la relación entre la obesidad y el sistema inmune, un punto que queda en controversia es cuál factor o factores inician las señales para el reclutamiento de las células inmunes y de esta manera la inflamación. Se han propuesto varias teorías para explicar estos fenómenos, tales como la señalización alterada de adipocitos; la hipoxia local del tejido adiposo y la endotoxemia nutricional (Flores-García, Romero-Garibay y cols., 2010).

La señalización alterada de adipocitos es un fenómeno firmemente establecido y se refiere a la alteración en la secreción de moléculas que participan en la inflamación, tales como TNF- α e IL-6. Los adipocitos, cuyo número se encuentra incrementado en los sujetos con obesidad, producen mayor cantidad de estas moléculas, por lo que se produce la atracción de células del sistema inmune y, consecuentemente, la inflamación en la obesidad.

La hipoxia local del tejido adiposo sucede cuando los adipocitos aumentan en tamaño y número en los sujetos con obesidad. Esto lleva a una expresión aumentada del factor alfa inducible de hipoxia, activando las vías de señalización inflamatorias y el reclutamiento de las células del sistema inmune.

La endotoxemia nutricional sucede cuando en los sujetos con obesidad se liberan ácidos grasos provenientes de los adipocitos y de la ingesta de alimentos. Estos lípidos activan receptores tipo Toll, en los adipocitos y en los macrófagos, induciendo la secreción de moléculas inflamatorias y la infiltración de células del sistema inmune en el tejido adiposo.

CONCLUSIÓN

La obesidad es un problema relevante de salud pública en el mundo. El aumento en su prevalencia es consecuencia de los cambios alimenticios



y del sedentarismo, pero la obesidad es un síndrome multifactorial. Diversas células y moléculas del sistema inmune se alteran en los sujetos con obesidad, indicando la participación de dicho sistema en la patofisiología de la enfermedad, por lo que ahondar en el estudio de estos elementos ayudará al esclarecimiento de la enfermedad y al diseño de nuevos tratamientos y programas que ayuden a disminuir la prevalencia de la misma.

AGRADECIMIENTOS

Al programa de Nuevos Profesores de Tiempo Completo del Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP) de la Secretaría de Educación Pública (UDG-PTC-1149).

REFERENCIAS

- Ahmed M y Gaffen SL (2010). IL-17 in obesity and adipogenesis. *Cytokine Growth Factor Rev* 21(6): 449-453.
- Barquera S y cols (2013). Prevalencia de obesidad en adultos mexicanos, 2000-2012. *Salud Pública Mex* 55 Suppl 2, S151-160.

- Chatzigeorgiou A y Chavakis T (2016). Immune Cells and Metabolism. *Handb Exp Pharmacol* 233: 221-249.

- Eheim A y cols (2014). Immune cells and metabolic dysfunction. *Semin Immunopathol* 36(1): 13-25.

- Flores-García A y cols (2010). Aspectos inmunológicos en obesidad. *Revista Fuente* 2(5): 52-55.

- González Jiménez E (2013). Obesidad: Análisis etiopatogénico y fisiopatológico. *Endocrinol Nutr* 60(1): 17-24.

- Guzmán-Flores JM y López-Briones S (2012). Células de la inmunidad innata y adaptativa en la diabetes mellitus tipo 2 y obesidad. *Gac Med Mex* 148(4): 381-389.

- Guzmán-Flores JM y Portales-Pérez DP (2013). Mecanismos de supresión de las células T reguladoras (Treg). *Gac Med Mex* 149(6): 630-638.

- Nishimura S y cols (2009). CD8+ effector T cells contribute to macrophage recruitment and adipose tissue inflammation in obesity. *Nat Med* 15(8): 914-920.

- OMS (2015). Obesidad y sobrepeso. Recuperado de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>.

Saúl Ramírez De los Santos
Edgar Iván López Pulido
Juan Manuel Guzmán Flores
Departamento de Clínicas
Centro Universitario de Ciencias de los Altos
Universidad de Guadalajara
juan.guzman@cualtos.udg.mx

Los animales: cuando alimentarse se convierte en un dilema

En el año 2008 viajábamos en un gris atardecer rumbo a Tlacotalpan, al paso por la carretera tuve una desagradable experiencia olfativa, un olor nauseabundo e inescapable invadió el automóvil y ahí estaba ese rancho –Santa Rita– un rancho ganadero de donde provenía el olor repugnante. Apenas lo podíamos creer. Amainé la velocidad a pesar de lo fétido y fue así como pude percatarme de lo que ahí sucedía: enormes corrales con vallas de metal que se perdían en la lejanía y en los que había cientos de animales que esperaban a ser embarcados en camiones rumbo al matadero. Olor a miedo. El escenario me pareció dantesco. Me detuve a tomar fotos, pero el olor imperante me produjo náusea y un estallido de arcadas; logré con dificultad contener el vómito, no pude hacer más que unas cuantas fotos, regresé al automóvil, cerré las ventanillas e hice unas fotos adicionales. Eso era un campo de exterminio; no pude dejar de pensar en los campos nazi. Este era uno de los muchos campos de exterminio de vacas, la industrialización de la vida y la muerte. Divisé desde el auto algo como un toro que se aproximaba a una valla sobre la cual se había posado un ave blanca (del tipo de las que abundan por esos rumbos y que frecuentemente acompañan al ganado). El toro se acercó lentamente y lamió las patas del



© **Enrique Soto**. Rancho Santa Rita, Lerdo de Tejada, Veracruz, 2008.



ave, la miró con la languidez típica de los vacunos tristes; imaginé que le decía cuánto envidiaba su libertad y cómo le gustaría ser un toro volador. La escena me impactó profundamente y me prometí usar la fotografía para contribuir a concientizarnos sobre el enorme dolor que infligimos a los animales con los que nos alimentamos. Decidí frecuentar algunos mercados de animales y apuntar mi cámara a los sitios y circunstancias en las que pudiera ver a un animal rumbo al matadero.

A partir de entonces he visitado diversos mercados de animales y retratado a los animales en diversas condiciones que creo relacionadas con su crianza, transporte y venta para el consumo humano. No se necesita mucha inteligencia para darse cuenta del enorme daño y dolor que los humanos hemos causado en este mundo. Hemos matado a más de dos terceras partes de todos los animales existentes en el mundo, hemos llevado a la extinción a uno o dos cientos de especies. Animales que jamás volverán a existir, perdidos para siempre en la historia del tiempo. Hemos infligido un dolor inenarrable a los cerdos, gallinas y vacas entre otros muchos de los animales que gustamos de comer; en el caso de los cerdos, el cuadrúpedo más avanzado en la evolución, bastante más inteligente que los perros, el daño y el sufrimiento que les hacemos padecer es inenarrable. No me cabe

duda: estamos en la cima evolutiva de los grandes depredadores, nada se escapa de nuestras bocas, desde los insectos hasta los grandes mamíferos, pasando por todo tipo de especies. Solo se escapan, y no siempre, animales cuyo metabolismo los hace de sabor desagradable, aunque eso del sabor frecuentemente se puede remediar con un buen guiso.

Total, no es mi propósito desarrollar una larga diatriba contra el ser humano y prefiero que hablen las fotografías. En este trajinar en mercados y



sitios de venta de animales, he sido testigo del trato agresivo e inhumano que se les da en nuestro medio; la gente “del pueblo” que lleva animales vivos a los mercados no tiene la más mínima consideración hacia ellos, y más bien se puede observar un maltrato generalizado y un enorme desprecio a la vida (los patean, arrastran, empujan...). Eso, creo, es una de las características de la situación que estamos viviendo: la violencia generalizada que alcanza todos los niveles de la vida y se ejerce por igual con los animales o con los congéneres. Una ausencia de empatía, una total incapacidad de imaginar el sufrimiento que se inflige a otro ser vivo. Escenas como la de una vaca en una pequeña camioneta, que viaja haciendo malabares para mantener su equilibrio apretujada junto a los restos destazados de otra animal (cuando tomé la foto imaginé

que podría ser su hermano, su amigo, su madre) (véase p. 10), constituyen evidencia de este maltrato y falta de consideración. Las fotos, de las cuales se presenta una pequeña parte en este número de *Elementos*, pretenden mostrar eso: la tristeza y el sufrimiento que se percibe en los animales que se saben malqueridos y camino a la muerte. Ciertamente, si uno vive de la crianza, el transporte, la venta, el sacrificio o el tablaje de ganado, lo más cómodo será olvidar que se trata de seres vivos, sentientes y pensantes.



Internet constituyendo un cuerpo de documentos empíricos que reflejan hechos incontrovertibles. La filmación por cámaras de vigilancia de un perro que regresa entre un mar de coches a rescatar a un perro amigo, arriesgando su vida, constituye una de las evidencias más contundentes que demuestran la existencia de la conducta de altruismo en los animales. Ni que decir de un video filmado desde distintos ángulos (varios testigos con teléfonos) en el que aparecen unos primates jugando en una estación de trenes en India;



Respecto a la inteligencia animal, hoy se acumulan las evidencias de capacidades animales que antes eran tan solo anécdotas, y de una conducta que imaginábamos exclusiva de los humanos: el altruismo. Internet y las miles de cámaras fotográficas en teléfonos y otros dispositivos han permitido documentar estas conductas en los animales. Antes del Internet, los relatos de actos altruistas y las evidencias de la inteligencia animal siempre se trataron como anécdotas carentes de factibilidad. Relatos diversos de animales que salvan a otros animales o a sus amos, animales que padecen el duelo por un congénere muerto o que permanecen cercanos a su amo muerto, madres que pasan horas en espera de un hijo al que pretenden rescatar de tal o cual circunstancia. Hoy esas historias están documentadas y circulan en



© Enrique Soto. Rancho Santa Rita, Lerdo de Tejada, Veracruz, 2008.



de ellos se electrocuta cayendo en la vía. La filmación muestra la conducta de otro mono quien inicialmente empuja, mueve, zangolotea y golpea al compañero inerte (aparentemente muerto o al menos inconsciente por la electrocución), le sumerge en un charco de agua mientras seguía sacudiéndolo hasta finalmente lograr reanimarlo, volverle literalmente a la vida para irse juntos ante la llegada de un tren a la estación. Este video circuló en Internet con millones de visitas. Puede verse en el sitio de la revista en www.elementos.buap.mx/num106/htm/elem106.htm, junto con otros videos que, en conjunto, demuestran la existencia de una forma de la amistad y la empatía en estos animales. Amistad de mono, pero amistad al fin.

Se ha acumulado así, gracias a la mera existencia de las redes sociales, evidencia que tiene el carácter de probatoria y que no deja ya duda a la idea de que en los animales (particularmente en los vertebrados superiores y desde luego en los primates) existen formas de pensamiento análogas a la del humano. Inteligencia en formas menos evolucionadas que en el hombre, pero inteligencia.

De hecho, las ideas en contra de la inteligencia animal implican un desconocimiento de los procesos evolutivos; así como las patas son análogas a nuestras piernas, la inteligencia animal es análoga a la nuestra. No existe nada que nos separe del resto de los animales, la noción de que nosotros tenemos un alma que los animales no poseen está en proceso de almacenaje en el desván de la historia.

Valgan, pues, las fotos de este *Elementos* que no son necesariamente agradables, pero que buscan la estética de la fotografía como un medio para apelar al espíritu, a la vida, a la inteligencia y a la emoción del hombre sensible. Espero constituyan una más entre las muchas voces que avisan que la humanidad, en la forma en que se ha desarrollado, ha llegado a un límite insostenible, el mundo se nos ha acabado: animales, plantas, agua, aire, todo está en proceso de degradación y el hombre, si continúa por el camino del consumo desenfrenado, del uso irrestricto e irracional de los recursos naturales, se dirige inexorablemente al precipicio de la extinción. Lo que, desde el punto de vista de la evolución y la diversidad de la vida en la Tierra, quizá sea lo mejor.

La enseñanza de las MARGARITAS: manejando la complejidad en un mundo egoísta

Daniel Iván **Garduño Ruíz**

La teoría de Gaia propone que la interacción de los organismos con el sistema Tierra produce mecanismos de retroalimentación autorregulatorios que mantienen el ambiente superficial de la Tierra estable y habitable para la vida. Desde sus inicios, esta teoría ha estado sujeta a fuertes críticas y ha experimentado varios cambios, pero con el paso del tiempo ha sido parcialmente aceptada, como ha quedado demostrado en la declaración de Ámsterdam sobre cambio global (2001), cuyo primer punto establece que “el sistema Tierra se comporta como un sistema autorregulado con componentes físicos, químicos, biológicos y humanos”. Considero que elucidar el proceso de aprobación de esta teoría es una tarea importante debido a que nos puede ayudar a entender cómo avanza la ciencia. En este ensayo, apoyándome en la perspectiva del manejo de complejidad que sostiene García-Deister (2013), analizaré un evento que me parece fundamental para el desarrollo y la aprobación de esta teoría: la creación del modelo de Daisyworld.

UN NOMBRE POCO ORTODOXO

En 1967, Jim Lovelock, un reconocido científico, salió a dar un paseo con su vecino y buen amigo William Golding,



© Enrique Soto. Ruta 2010, Puebla-Querétaro, 2009.



© Enrique Soto. Ruta 2010, Puebla-Querétaro, 2009.

quien era un célebre novelista. La conversación versó sobre una idea que había estado rondando por la mente de Lovelock desde hacía dos años: la Tierra es un sistema autorregulado en el que la biosfera mantiene y controla activamente el ambiente con el objetivo de conservarlo confortable para la vida. Esta idea había llegado a su mente cuando trabajaba para la NASA diseñando un experimento para detectar vida en otros planetas, por medio del análisis de sus atmósferas. Dado que la composición de la atmósfera y la temperatura superficial de la Tierra se han mantenido aproximadamente constantes durante un gran periodo de tiempo, de alguna manera la vida debería de estar contribuyendo a mantener este balance, pues la mayoría de los gases atmosféricos son producidos por organismos vivos.

Durante la conversación, Golding escuchó a Lovelock con gran interés. “Una idea tan extraordinaria –dijo– debería de tener un nombre apropiado”. “¿Qué sugieres?”, preguntó Lovelock. “Yo la llamaría Gaia”, sugirió Golding, haciendo referencia a la diosa griega de la Tierra. Sin embargo, Lovelock entendió “Gyre”, palabra utilizada para designar los giros oceánicos, y creyó que Golding se refería a que estaba cayendo en un razonamiento circular. Ya estaba esbozando algún reclamo cuando Golding aclaró: “No, no, no, me refiero a G-a-i-a”,

y explicó el contexto. Lovelock supo de inmediato que era el nombre correcto.¹

UN COMIENZO INADVERTIDO

“Casi nadie, incluido yo mismo durante los primeros diez años después de que naciera esta idea, parecía saber qué era Gaia”, recuerda Lovelock al hablar de los inicios de su teoría (Lovelock, 2007, p. 37). Una vez que había bautizado sus ideas debía comenzar a esclarecerlas, a desarrollarlas y a difundirlas. Sin embargo, al principio no tuvo mucho éxito. El primer artículo en el que se pueden reconocer indicios de Gaia fue publicado en 1969, donde Lovelock expone sus razonamientos en favor del análisis atmosférico como una forma de detectar vida extraterrestre (Lovelock y Giffin, 1969). “El artículo casi pasó desapercibido” (Lovelock, 2009, p. 135). En ese mismo año, presentando la idea básica de la Tierra como un sistema autorregulado en varias reuniones científicas, Lovelock conoció a Lynn Margulis, con quien dos años más tarde iniciaría una colaboración científica. La primera publicación en la que se menciona a Gaia explícitamente apareció en 1972, cuando fue resultado de una pequeña presentación de sobremesa en un congreso de química atmosférica. En este documento Lovelock explica de manera muy resumida sus ideas sobre Gaia (Lovelock, 1972). Fue en 1974, casi diez años después

de que naciera la idea, cuando Lovelock y Margulis comenzaron a publicar los primeros artículos en los que presentan a Gaia de manera detallada. Al principio intentaron publicar en la prestigiosa revista *Science*, pero fueron rechazados. Por fortuna, Carl Sagan aceptó publicar su primer artículo en la revista *Icarus*, de la que en ese tiempo era editor (Margulis y Lovelock, 1974). Posteriormente publicaron otros dos artículos, en los que presentan evidencias que soportan la hipótesis de que la biosfera puede regular la atmósfera terrestre, manteniéndola en un estado homeostático (Lovelock y Margulis, 1974 a, b). Desafortunadamente, estas primeras publicaciones no tuvieron mucho impacto en la comunidad científica. Ni siquiera el reconocimiento que recibió Lovelock durante estos años, al ser nombrado parte de la *Royal Society*, contribuyó a llamar la atención hacia sus ideas.

CAMBIO DE RUMBO

“Solo nos ignoraron con la esperanza de que nos largáramos”, comenta Lovelock al hablar de sus primeros artículos sobre Gaia (Gribbin y Gribbin, 2009, p. 136). A pesar de las evidencias, la comunidad científica no estaba tomando sus ideas seriamente. Esto comenzó a cambiar en 1975, cuando Lovelock, junto con un colega, decidió diversificar su audiencia. En un artículo dirigido al público en general que se publicó en *The New Scientist*, una de las revistas británicas de ciencia más populares, Lovelock arguye que la proposición de que la vida existe porque se dieron las condiciones materiales exactas para que pudiera existir no es justificable. En cambio, Lovelock justifica la hipótesis de Gaia, proponiendo que la vida es capaz de manipular la composición de la atmósfera y la temperatura superficial de la Tierra para mantener el ambiente en un estado óptimo (Lovelock y Epton, 1995). El artículo fue todo un éxito. En breve, Lovelock recibió invitaciones por parte de 21 casas editoriales para hacer un libro sobre su hipótesis; se decidió por la editorial de la universidad de Oxford debido a su gran prestigio. La publicación de *Gaia: A New Look at Life on Earth*

en 1979 marcó el inicio de una nueva etapa en el desarrollo de la teoría y en la vida de su autor. Al público no solo le encantó el libro, se volvió loco por las ideas de Lovelock.

Como ha mostrado Michel Ruse, el contexto social en el que Gaia se introdujo al dominio público había preparado a la audiencia para esperar una idea como esta. Justo en esta época el movimiento ambientalista estaba en boga: los ensayos de Aldo Leopold y Rachel Carson habían contribuido a despertar la preocupación por el ambiente; las primeras fotografías de la Tierra, resultado del comienzo de las misiones espaciales, mostraron su frágil y singular belleza; y la revolución científica que se dio en las ciencias de la Tierra, producto de la teoría de la tectónica de placas, reveló la naturaleza dinámica e interconectada de nuestro planeta.

En una sociedad que estaba redescubriendo al planeta y que se preocupaba cada vez más por sus problemas, la idea de la Tierra como un sistema que comparte muchas características con un ser vivo estaba destinada a ser exitosa. Esta idea estaba atrayendo tanta atención que incluso los científicos comenzaron a tomarla en cuenta, desatándose una serie de fuertes críticas hacia la hipótesis. Algunos biólogos neo-darwinistas hicieron las más duras, pero también las más provechosas.

EL ATAQUE DE LOS NEO-DARWINISTAS

“Un crítico se refirió a ella mordazmente como una historia de hadas acerca de una diosa griega. En cierto sentido estaba en lo correcto”, menciona Lovelock al hablar del primer libro dedicado a Gaia (Lovelock, 1979, p. XIV). Al escribir este libro Lovelock no se preocupó demasiado en usar un lenguaje científicamente correcto. Si lo hubiera hecho habría resultado incomprensible para cualquier persona no científica. Su propósito era expandir sus ideas en el rango más amplio posible para que cualquier persona pudiera entender los rasgos básicos de Gaia. Para ello Lovelock ideó

una metáfora sencilla. Si la biosfera era capaz de regular la temperatura terrestre mediante una serie de ciclos de retroalimentación, al igual que lo hacen los seres vivos en sus cuerpos, entonces hablar del concepto de la Tierra como un sistema autorregulado, usando la metáfora de la Tierra como un sistema vivo, podría contribuir a favorecer la comprensión del concepto. Este fue uno de los factores que más incomodaron a algunos biólogos neo-darwinistas, como Ford Doolittle y Richard Dawkins.

En su revisión del primer libro sobre Gaia, Doolittle (1981) hace referencia a un libro para niños: *“El Dr. Dolittle en la Luna”* de Hugh Lofting. En este libro el protagonista se maravilla ante las diligencias del Ministerio de la Vida, una institución creada por el primer humano en la Luna cuya función es regular la vida lunar para evitar la guerra. Gracias a este ministerio, las especies de la Luna están en completa paz y armonía, no hay competencia darwiniana entre ellas. Para Doolittle no hay forma de que la selección natural, operando al nivel de individuos egoístas preocupados solamente por su propia supervivencia en ambientes locales, dé lugar a la emergencia de la autorregulación a nivel planetario sin la intervención natural de algo como el Ministerio de la Vida.

Asimismo, en su célebre libro *“El fenotipo extendido”*, Richard Dawkins (1982, p. 236) argumenta que la selección natural nunca actúa para el bien de un grupo, siempre actúa para el bien de un individuo. Así, pensar que la selección natural podría actuar a nivel global no tiene sentido, pues para esto tendríamos que admitir la absurda idea de que la Tierra se puede reproducir y puede competir con otros planetas.

LA ENSEÑANZA DE LAS MARGARITAS

“Ni Lynn Margulis ni yo pudimos hacer una defensa convincente, en parte porque... la hipótesis de Gaia estaba mal”, rememora Lovelock al hablar de las críticas que sufrió su teoría (Lovelock, 2009, p. 168).

Tanto Dawkins como Doolittle habían hecho comentarios sobresalientes que llevaron a Lovelock a reconsiderar sus ideas. Estaba claro que, al contrario de lo que él pensaba, la biosfera no podía regular el ambiente, pero entonces ¿cómo se daba la autorregulación planetaria? El mecanismo convencional y aceptado por los científicos de la Tierra establecía que la autorregulación es producida por un conjunto de ciclos de retroalimentación en los que la vida no interviene, pero Lovelock no estaba convencido de esta idea.

Un día se le ocurrió que las críticas de los neo-darwinistas se derrumbarían si pudiera mostrar que la regulación ocurre en el sistema Tierra entero, compuesto no solo por la vida, sino también por el aire, los océanos y las rocas superficiales. Mostrar esto requeriría hacer un experimento en todo el planeta, lo cual no es posible, por lo que Lovelock optó por desarrollar un modelo. Caracterizar las interacciones de millones de organismos con el océano, la atmósfera y las rocas superficiales es una tarea extremadamente compleja y nada factible. De alguna manera Lovelock debía de reducir enormemente la complejidad, pero a la vez debía de retenerla en cierto grado para que su modelo le permitiera probar que la autorregulación puede ser el resultado de la selección natural actuando en los organismos, así como de la interacción de estos con el ambiente. Lovelock estuvo todo un año buscando la forma de realizar esta tarea sin éxito. Afortunadamente, en diciembre de 1981, mientras revisaba la revista *Nature*, se encontró con un artículo que describía ecuaciones sencillas para modelar la propagación de especies (Carte y Prince, 1981). Este artículo despertó la inspiración en Lovelock, quien usaría estas ecuaciones para crear el modelo que se proponía: Daisyworld.

Daisyworld es un modelo climático que consta de seis ecuaciones que representan un planeta imaginario sin dimensiones en el que solo viven dos formas de vida: margaritas blancas y margaritas negras. Al igual que la Tierra, Daisyworld está cerca de una estrella que le provee energía en forma de radiación y que va aumentando su intensidad lumínica conforme pasa el tiempo. Como todos los



© Enrique Soto. Ruta 2010, Puebla-Querétaro, 2009.

organismos, estas margaritas solo pueden sobrevivir en un rango de temperatura ambiental relativamente chico, y existe una temperatura óptima a la cual su tasa de crecimiento es máxima. Puesto que las margaritas negras tienen un mayor albedo (absorben una mayor cantidad de energía) se calientan más rápido que las margaritas blancas, por lo que, cuando la estrella que rodea a Daisyworld es joven y no envía mucha radiación, las margaritas negras están más cerca de la temperatura óptima de crecimiento que las margaritas blancas y tienden a tener una mayor población. Sin embargo, conforme la luminosidad del sol comienza a aumentar, las margaritas negras se calientan demasiado, por lo que tienden a estar más alejadas de la temperatura óptima de crecimiento, en comparación con las margaritas blancas, que comienzan a ganar terreno en Daisyworld. Cuando las margaritas blancas empiezan a crecer, afectan el balance radiativo de Daisyworld y tienden a regular su temperatura (Lovelock y Watson, 1983).

Daisyworld demuestra que la autorregulación es teóricamente posible sin la necesidad de apelar a un Ministerio de la Vida, aun cuando la selección actúe a nivel individual y las margaritas solo estén preocupadas por sus propios beneficios. Este modelo prueba que la hipótesis de Gaia es factible. Con todo, a los críticos les resultaba difícil creer

que Lovelock estaba en lo correcto. Se formularon muchas objeciones al modelo de Daisyworld. Por una parte, se dijo que en un mundo real habría una margarita de un determinado pigmento que le permitiría almacenar energía y disfrutar de la regulación climática de las demás margaritas al mismo tiempo, maximizando su beneficio propio y tendiendo a desestabilizar al planeta. Por otra parte, se dijo que hay una suposición fundamental en el modelo que lo hace completamente no realista: el hecho de que las margaritas tienen efectos similares en el ambiente local y global, de modo que cada vez que las margaritas mejoran su ambiente local, también mejoran el ambiente global. Si esta suposición clave es removida, la regulación de la temperatura desaparece. Además, se dijo que el modelo de Daisyworld es demasiado sencillo y que no sería apropiado extrapolar los resultados de dicho modelo a nuestro planeta.

No obstante, Daisyworld sentó las bases para que se desarrollara una serie de modelos que hicieron frente a estas críticas. Se hicieron modelos que incluían margaritas de distintos colores, conejos que se comían a las margaritas y zorros que se comían a los conejos, y aun así la autorregulación se seguía apreciando. Se hicieron modelos que no



© **Enrique Soto.** Cuetzalan, Puebla, 2009.

consideraban la suposición de que las margaritas afectan al ambiente local y global de la misma forma en los que la regulación surgía. Se hicieron modelos más complejos que incluían más dimensiones espaciales y más ecuaciones en los que la autorregulación se mantenía. Hoy en día podemos ver a Daisyworld como un modelo icónico que abrió las puertas a una nueva perspectiva para estudiar a la Tierra. Daisyworld contribuyó a legitimar el estudio de la hipótesis de Gaia (Wood y cols., 2008).

MANEJANDO LA COMPLEJIDAD

Me parece que la forma en que la teoría de Gaia ha ganado un cierto grado de aceptación científica se puede caracterizar desde la perspectiva del “manejo de complejidad” que sostiene García-Deister. Esta perspectiva permite entender cómo los científicos “producen conocimiento a partir de la complejidad, gestionándola, administrándola, transformándola, modelándola, movilizándola, incluso reproduciéndola...” (García-Deister, 2013, p. 8); es

[...] una perspectiva histórica, filosófica y sociológica (una alternativa a la visión de la ciencia que resuelve problemas) que ofrece los medios para

identificar las distintas tecnologías mediante las cuales los científicos gestionan la complejidad (García-Deister, 2013, p. 6).

Considero que la creación del modelo de Daisyworld no solo fue una respuesta a tratar de resolver el problema de explicar cómo se da la autorregulación en un mundo egoísta, sino que fue consecuencia del manejo de la complejidad que Lovelock llevó a cabo en “un determinado contexto, atendiendo al establecimiento y el uso de tres tipos de tecnologías: la material, la literaria y la social” (García-Deister, 2013, p. 5).

Por un lado, Lovelock hizo uso de una técnica literaria que le permitió dirigirse al público en general y popularizar su teoría, usando metáforas y un lenguaje sencillo y no muy preocupado por ser científicamente correcto. No obstante, esto no habría contribuido mucho a mejorar el estatus de Gaia de no ser por la técnica social que utilizó Lovelock, la cual, a mi parecer, consistió en hacer notar que Gaia ofrecía una nueva forma de ver a la Tierra, que abordaba problemas extremadamente importantes para la sociedad, que compartía las preocupaciones del movimiento ambientalista y proponía soluciones con base en el entendimiento del planeta que promovía. Creo que fue precisamente la combinación de estas dos técnicas –literaria y

social— lo que provocó que la teoría de Gaia fuera ganando momento y relevancia, hasta llegar a oídos de los científicos que anteriormente habían optado por ignorar las ideas de Lovelock. Fueron ellos mismos quienes sintieron la necesidad de mostrar al público en general que la teoría que a muchas personas les parecía genial no era plausible.

Por otra parte, una vez que estas críticas le habían hecho ver que había algo mal con sus ideas, Lovelock tuvo que manejar la complejidad de este dilema haciendo uso de una tecnología literaria constituida por artículos científicos; de una tecnología social constituida por relaciones con otros científicos (biólogos, climatólogos, meteorólogos, etc.); y de una tecnología material constituida por herramientas matemáticas y computacionales —particularmente una computadora HP 9845— que le permitieron replantear sus ideas, dejando atrás la hipótesis de que la vida puede regular al ambiente, para adoptar la idea de que la regulación no solo la hace la vida, sino el sistema acoplado compuesto por la vida y el ambiente. Todo ello fue fundamental para la construcción del modelo de Daisyworld. Lovelock no solo tuvo que reducir la enorme complejidad del mundo real para poder crear el modelo de Daisyworld, como si esta fuera un obstáculo epistemológico que le impedía investigar su objeto de estudio. Al contrario, la complejidad fue el terreno fértil donde las ideas de Lovelock florecieron. Fue justamente el manejo y la gestión de la complejidad lo que, por medio de las tres tecnologías mencionadas anteriormente, facilitó el surgimiento de este modelo.

CONCLUSIÓN

Considero que la perspectiva del manejo de complejidad puede ser una herramienta muy útil para dar cuenta de los avances científicos, debido a que nos recuerda que la ciencia no avanza tratando a la complejidad como si esta fuera un problema a ser superado, sino que los avances científicos son resultado de todo un proceso gerencial en el que la complejidad es gestionada, dando lugar a diferentes preguntas que se plantean en

determinados contextos de producción de conocimiento caracterizados por las herramientas literarias, sociales y materiales disponibles para posibilitar respuestas.

En el caso de la teoría de Gaia, creo que la construcción del modelo de Daisyworld fue un evento clave para el establecimiento de la relevancia científica de las ideas de Lovelock. Este modelo no solo fue una consecuencia de que el problema de la autorregulación en un mundo egoísta requería una solución. También fue resultado del contexto social en el que se inscribe la teoría de Gaia, un contexto caracterizado por una creciente preocupación por el ambiente y por una fuerte controversia científica sobre las unidades de selección. Dicho contexto facilitó la popularización de la teoría y la formulación de las críticas constructivas que se hicieron hacia esta. Para crear el modelo de Daisyworld, Lovelock no solo tuvo que resolver el problema que plantearon los biólogos neo-darwinistas, sino que tuvo que manejar la complejidad del mismo, planteándose distintas preguntas que lo llevaron a considerar diferentes modificaciones a sus ideas, eligiendo la modificación más plausible de acuerdo con las herramientas literarias, sociales y materiales disponibles en su contexto específico.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Vivette García Deister por los comentarios y correcciones que muy amablemente hizo a una primera versión de este texto.

R E F E R E N C I A S

- Carte R and Prince S (1981). Epidemic models used to explain biogeographical distribution limits. *Nature* 293: 644-645.
- Dawkins R (1982). *The extended phenotype: The long reach of the gene*. Oxford University Press.
- Doolittle F (1981). Is Nature Really Motherly? *The Coevolution Quarterly Spring* 29: 58-62.
- García-Deister V (2013). *Interruptores, Baterías y Redes. El Manejo de la Complejidad en la Regulación Genética*. Centro de Estudios Filosóficos, Políticos y Sociales Vicente Lombardo Toledano.



Gribbin J and Gribbin M (2009). *He Knew He Was Right. The Irrepressible Life of James Lovelock*. Penguin Books.

Lovelock J and Giffin C (1969). Planetary Atmospheres: Compositional and other Changes Associated with the Presence of Life. *Advances in the Astronautical Sciences* 25: 179-193.

Lovelock J (1972). Gaia as Seen Through the Atmosphere. *Atmospheric Environment* 6(8): 579-580.

Lovelock J and Margulis L (1974a). Homeostatic Tendencies of the Earth's Atmosphere. *Origins of Life* 5: 93-103.

Lovelock J and Margulis L (1974b). Atmospheric homeostasis by and for the biosphere: the Gaia hypothesis. *Tellus* 26: 2-10.

Lovelock J and Epton S (1975). The quest for Gaia. *The New Scientist* 65(935): 304-306.

Lovelock J (1979). *Gaia: A New Look at Life on Earth*. Oxford University Press. 4th Ed.

Lovelock J and Watson A (1983). Biological homeostasis of the global environment: the parable of Daisyworld. *Tellus* 35B: 284-289.

Lovelock J (2007). *La venganza de la Tierra. Por qué la Tierra está rebelándose y cómo podemos todavía salvar a la humanidad*. Edición en español. Editorial Planeta. Barcelona.

Lovelock J (2009). *The Vanishing Face of Gaia. A Final Warning*. Basic Books.

Margulis L and Lovelock J (1974). Biological Modulation of the Earth's Atmosphere. *Icarus* 21: 471-489.

Ruse M (2013). *The Gaia hypothesis. Science in a pagan planet*. The University of Chicago Press.

The Amsterdam Declaration on Global Change. Issued at a joint meeting of the International Geosphere Biosphere Programme, the International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change, the World Climate Research Programme, and the International Biodiversity Programme. Amsterdam, 2001.

Wood J, Ackland G, Dyke J, Williams H and Lenton T (2008). Daisyworld: A review. *Reviews of Geophysics* 46:1-23.

NOTAS

¹ Este diálogo es narrado por Lovelock en una entrevista que se puede encontrar en <https://www.youtube.com/watch?v=fOqmfRxwnD8>.

Daniel Iván Garduño Ruíz
Posgrado en Filosofía de la Ciencia, UNAM
dan_y@ciencias.unam.mx

Gestión integrada de CUENCAS: una aproximación al desarrollo social

Natali Danahe **Santiago Amezcua**

La Gestión Integrada de Cuencas (GIC) es un enfoque multidisciplinario que permite el manejo de un territorio y el planteamiento de acciones integrales para la búsqueda del desarrollo social que considera las dinámicas y relaciones sociales; las características biofísicas, económicas y políticas del territorio; el impacto ambiental que resulta del manejo de los recursos naturales; la influencia del entorno natural en la construcción de la identidad colectiva; las acciones de gestión del entorno natural para enfrentar el deterioro ambiental; el cambio en el sistema de valores, producto de estas acciones; las relaciones que la sociedad adopta para representar su vínculo con el medio ambiente; sus expectativas en cuanto a la calidad de vida.

La unidad de análisis de la GIC es la cuenca hidrográfica, definida como el

[...] espacio o unidad de territorio delimitado por una línea divisoria de las aguas, conformado por un sistema hídrico que conduce sus aguas a un río principal, un lago o mar (López Báez , 2015) [...] en la cual interacciona biofísica y socioeconómicamente el ser humano, los recursos naturales, los ecosistemas y el ambiente, con el agua como recurso que une e integra sistémicamente la cuenca (Jiménez, 2011).



© Enrique Soto. Guadalajara, 2016.

La cuenca hidrográfica se puede dividir en escalas menores, como subcuencas o microcuencas. Es esta última la que consideramos como la unidad de análisis más pertinente de la GIC, debido a que facilita la participación de los actores en la comprensión de la problemática, de las necesidades sentidas y su resolución, así como su administración, seguimiento ambiental y gerencial mucho más efectivos (World Vision, 2015).

El planteamiento de acciones para el desarrollo social debe considerar la interacción de las características del entorno natural, tales como el agua, suelo, flora y fauna; igualmente los aspectos sociales como la participación, la movilidad y las perspectivas del desarrollo, entre otros. Sin embargo, es común que las instituciones gubernamentales y no gubernamentales planteen proyectos y acciones de desarrollo social sin entender la complejidad de las relaciones del entorno natural y los aspectos sociales.

Ante este panorama, el objetivo del presente trabajo es mostrar la Gestión Integrada de Cuencas (GIC) como una alternativa para conocer, analizar, planear y gestionar acciones que favorezcan el desarrollo social local, en la que se incluyan tanto los aspectos sociales como las condiciones del entorno natural, a través del estudio de caso de la microcuenca Concá.

LA MICROCUENCA CONCÁ

La microcuenca Concá (MC) se localiza en el municipio de Arroyo Seco, en el estado de Querétaro; forma parte del área natural protegida (ANP) *Reserva de la Biosfera Sierra Gorda*. Está conformada por 15 localidades, con una población total de 3,350 habitantes.

La MC se encuentra en buen estado de conservación vegetal y animal, además cuenta con agua suficiente para el abasto de su población y la producción de alimentos. En la MC se identifican tres zonas cuyas características geográficas

permiten funciones biofísicas diversas, estas áreas son: zona alta, media y baja. En la zona baja de la MC existen condiciones propicias para la agricultura; la zona media cuenta con amplios espacios de agostadero que pueden ser aprovechados para la ganadería controlada, y la zona alta se caracteriza por ser la zona de recarga hídrica más importante, donde se pueden promover proyectos de pagos por servicios ecosistémicos.

Para esta microcuenca se han propuesto diversos proyectos, tanto de instituciones gubernamentales como de no gubernamentales (ONG's), para impulsar el desarrollo social, entendido como el crecimiento económico que tiene como fin el bienestar social.

La política con mayor presencia en la región es la declaratoria de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda, cuyo objetivo es

[...] contribuir al fortalecimiento de la gestión ambiental (la manera de manejarlos y de organizarse de los diversos actores) en materia de conservación y promover nuevos procesos de desarrollo regional compatibles con las prácticas locales de producción y el uso tradicional de los recursos naturales con criterios de sustentabilidad (Instituto Nacional de Ecología, 1999).

Dicha declaratoria ha permitido la conservación del entorno natural de la microcuenca, ya que restringe prácticas locales negativas (como la tala de árboles, la quema de espacios, la ganadería extensiva o la depredación de fauna y flora nativas). Sin embargo, estas mismas restricciones han sido un freno para la puesta en marcha de proyectos productivos sustentables que generen un impacto en el ingreso *per cápita* de la microcuenca y, con esto, el desarrollo social.

La SEDESOL mide el desarrollo social a partir de las siguientes dimensiones: bienestar, cobertura de salud, educación, vivienda, alimentación, incremento del ingreso *per cápita* y cohesión social con equidad de género.

Sin embargo, hasta el momento, en esta zona no se ha alcanzado dichos objetivos. Hasta ahora,

11 de las 15 localidades que conforman la microcuenca están clasificadas por el INEGI con alto índice de marginalidad.

El problema radica en la propia manera en la que el Estado ha definido la política social en las últimas dos décadas, agrupada desde tres líneas fundamentales: 1) El reparto de “ayudas” compensatorias a los sectores en “extrema pobreza”, en una perspectiva puramente asistencial; 2) obra pública dirigida a la introducción de infraestructura urbana y de comunicación, y 3) la dotación de los servicios elementales de salud y educación” (Bohórquez Molina, 2003).

En la microcuenca Concá el trabajo fundamental ha sido el “reparto de ayudas”, es decir, una política asistencialista que se extiende hasta la tercera línea: “la dotación de servicios de salud y educación”.

En la microcuenca Concá se puede observar la presencia del programa de empleo temporal (PET) de SEDESOL, el programa PROSPERA (por medio del cual se entregan apoyos económicos, alimentos, transporte, becas, etc.), el programa PRONAFOR de la CONAFOR (que consiste en apoyos para ejidos por el pago de servicios ecosistémicos por mencionar alguno).

Sin embargo, este tipo de acciones ha significado soluciones temporales y de poco impacto que, si bien podrían resolver algunas necesidades inmediatas, han generado procesos sociales que repercuten, directa o indirectamente, de manera negativa, en el entorno natural y social.

Se consideran dos procesos sociales principales. El primero es la movilidad social, de la que se identifican tres variantes. La migración hacia los Estados Unidos, práctica que surgió en 1942 con el programa “braceros”, estrategia del Estado para resolver la falta de empleos en la región y que se ha convertido en un proceso cultural. Este fenómeno genera la ruptura de las relaciones comunitarias y, en algunos casos, familiares, lo que con frecuencia da lugar a diversos problemas, como violencia intrafamiliar, alcoholismo, drogadicción.

En la cuestión ambiental ha propiciado la pérdida de prácticas de manejo del medio natural, se ha debilitado la relación sociedad-naturaleza, así como la valoración de bienes naturales y sus simbolismos.

Otra variante es la migración regional. Se identificó que la población de localidades de las zona alta y media de la microcuenca se muda a la zona baja, ya que en esta última se concentran una mayor infraestructura, servicios y ofertas de empleo, lo que trae consigo mayor presión sobre el uso de los bienes naturales (agua, suelo, etc.), así como el reclamo de mayor cobertura de caminos, transporte, drenaje y atención médica, entre otros. Por otro lado, el abandono de localidades de la zona alta y media que trae consigo la desaparición del manejo de los recursos naturales.

Finalmente, la inmigración se presenta con el arribo de grupos pames de zonas de San Luis Potosí, los cuales trabajan por salarios menores al promedio de la región; ellos, sin embargo, completan su ingreso con apoyos que reciben del Programa de Atención a Jornaleros Agrícolas de SEDESOL. Como repercusión colateral de estas prácticas, se tiene el abaratamiento de la mano de obra en la región o, incluso, el desplazamiento de la mano de obra local por la de los pames.

El segundo proceso social que se ha de tomar en consideración es el de la dependencia. En la población de la microcuenca se ha generado dependencia respecto de los apoyos económicos que ofrecen algunas instituciones, tanto civiles como gubernamentales. Como ejemplo de esto, se identificó que las becas educativas son consideradas por los beneficiarios como un ingreso importante para completar el gasto familiar, por lo que las familias están dispuestas a salir de sus comunidades de origen con tal de mandar a sus hijos a la escuela y continuar recibiendo los apoyos. También se encontraron casos de comunidades que optaron por declararse indígenas, como estrategia para poder acceder a diversos recursos clasificados para esta población. Otra

situación muy recurrente es el condicionamiento a parte de la población para que la gente participe en talleres, con la condición de que, a cambio, se haga acreedora a algún pago, ya sea en dinero o en especie; una de las instituciones que ha contribuido a esta práctica es el Instituto de Capacitación para el Trabajo del estado de Querétaro (ICATEQ), que usa como aliciente proporcionar una beca para estudiar.

En el caso de la microcuenca Concá es evidente la falta de un proyecto que permita integrar todos los aspectos que convergen en este territorio para plantear así un plan de gestión que sirva de marco a todas las instituciones presentes y posibilitar de esa manera que los esfuerzos que se realicen no sean aislados, sino que contribuyan a un proyecto más amplio. En la actualidad, las familias de la zona reciben apoyos de diversas instituciones de manera desarticulada y orientados a uso doméstico. Muy pocos de estos apoyos tienen seguimiento, por lo que, en ocasiones, los proyectos que con ellos se emprenden terminan por ser abandonados, ya sea por falta de asesoría técnica, por falta de redes de apoyo (entre otros propósitos para la comercialización) o porque contradicen las características socioculturales de la población.

Por esto es importante la creación de una red de actores y el fortalecimiento de los grupos comunitarios, a partir de la formación de un comité de la microcuenca, donde se rescaten las funciones biofísicas y socioculturales de los grupos de la zona y cuyos representantes sean portavoz de las decisiones de sus respectivas comunidades.

Actualmente no existen proyectos productivos que garanticen seguridad económica ni que permitan mejores condiciones de vida. Con todo, es posible desarrollar actividades que permitan el cuidado del entorno para el beneficio de todos los habitantes de la zona. Este es el propósito del programa de Gestión Integrada de Cuencas: permitir el desarrollo socioeconómico sin comprometer el entorno natural y viceversa: posibilitar el respeto íntegro a la naturaleza sin afectar negativamente el bienestar de la población.



© Enrique Soto. San Mateo Cuanala, Puebla, 2006.



© Enrique Soto. San Mateo Cuanala, Puebla, 2006.

CONSIDERACIONES FINALES

La noción de desarrollo con que operan en la zona la mayoría de las instituciones (gubernamentales o no) impide entender la complejidad de estos territorios; el desarrollo social que presuntamente promueven no tiene nada que ver con las condiciones ambientales y sociales de la población.

Por ello han surgido otros enfoques con estrategias de integralidad, como es la Gestión Integrada de Cuencas. Este enfoque promueve la participación de la población local para crear bases de continuidad (de manera que los proyectos se consoliden, sean apropiados por la población y permanezcan) y creación de nuevas acciones o proyectos elaborados en el plano regional y a nivel de la propia microcuenca.

Es preciso dar prioridad a la participación de los actores locales y permitir que los actores institucionales se desempeñen como animadores, acompañantes y facilitadores de los procesos e instrumentos. No se puede perder de vista que los seres humanos son dinámicos y se encuentran en constante construcción de la cultura. Las conductas y acciones, aun cuando puedan estar basadas en consensos colectivos históricos, se encuentran sin embargo en cambio constante y, por tanto, siempre conllevan nuevos significados. En este nivel están las acciones que se plantean desde los grupos

comunitarios hasta las políticas públicas que se proponen desde las instituciones gubernamentales.

La GIC, así, se muestra pertinente para plantear propuestas de acciones que se orienten al desarrollo social, pues se aproxima a la problemática y a las posibles respuestas a ella desde una dimensión multidisciplinaria y, siempre, con el interés de reconocer la voz y la iniciativa de la población, ya que la construcción de una política ambiental y social no implica solamente la integración del entorno natural en el campo de lo político, o las capacidades tecnológicas y económicas de un lugar para enfrentar los problemas del deterioro natural o el rezago social, sino que, sobre todo, se refiere a un cambio en el sistema de valores que la sociedad local adopta para representar su relación con el entorno, y sus expectativas en cuanto a la calidad de vida.

REFERENCIAS

- Bohórquez Molina J (2003). *Los pobres del campo queretano*. Política social y combate a la pobreza en el medio rural de Querétaro. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Brundtland G (1987). *Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. Nairobi: Organización de Naciones Unidas.
- Castilla Vallejo JL (2008). *Naturaleza y posdesarrollo*. Estudio sobre la Sierra Gorda de Querétaro. México: Porrúa.



© Enrique Soto. San Mateo Cuanala, Puebla, 2006.

Cirelli C (2004). *Agua desechada, agua aprovechada. Cultivando en las márgenes de la ciudad*. San Luis Potosí: El Colegio de San Luis.

Cotler Ávalos H & Pineda López R (2001). *Manejo integral de cuencas en México ¿hacia donde vamos?* México: SEMARNAT.

Instituto Nacional de Ecología (1999). *Programa de manejo Reserva de la Biosfera Sierra Gorda*. México: Instituto Nacional de Ecología.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (1 de julio de 2015). Obtenido de http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados/iter2010.aspx?c=27329&s=est.

Jiménez F (2011). *Introducción al manejo y gestión de cuencas hidrográficas*. Costa Rica: Turrialba.

León Duarte G & Pérez Guevara F (1998). Aspectos básicos del enfoque global para el manejo de recursos hídricos por cuencas hidrográficas. *Región y Sociedad* 133-146.

López Báez W (29 de octubre de 2015). somas.org. Obtenido de http://www.somas.org.mx/pdf/pdfs_libros/agriculturasostenible6/64/100.pdf.

Maestría en Gestión Integrada de Cuencas (2014). *Caracterización y diagnóstico socioambiental de la microcuenca de Concá*. Querétaro: UAQ.

Parra O (2009). *Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas*. Chile: Centro de ciencias ambientales.

Salazar Vargas C (29 de octubre de 2015). Fundación Preciado. Obtenido de http://www.fundacionpreciado.org.mx/biencomun/bc209/C_Salazar.pdf.

Valcárcel M (2006). *Génesis y evolución del concepto y enfoques sobre el desarrollo*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Vázquez Sánchez G & Pineda López R (2010). Propuesta de creación de un área de protección de recursos naturales en la cuenca alimentadora del distrito de riego 023 San Juan del Río, Querétaro. *Ciencia UAQ* 61-68.

World Vision (16 de Enero de 2015). *Manual de manejo de cuencas*. Obtenido de Biblioteca CATIE: http://biblioteca.catie.ac.cr/cursos/cuencas/documentos/Manual_de_Manejo_de_Cuencas_Vision_Mundial_mod.pdf.

Natali Danahe Santiago Amezcua
Estudiante de la Maestría en
Gestión Integrada de Cuencas
Universidad Autónoma de Querétaro
proyectosrurales@uaq.edu.mx

¿Qué semillas come la hormiga ROJA?

Ivonne Lucía **Ramírez Lucas**
Héctor Octavio **Godínez-Álvarez**
Leticia **Ríos-Casanova**

De las hormigas se dice que se encuentran entre los insectos más importantes de los ecosistemas terrestres, ya que pueden causar efectos importantes en los sitios donde viven, pero, ¿qué efectos? Estos tienen que ver principalmente con la remoción de suelo y vegetación que ocasionan al construir sus nidos, y a las interacciones que establecen con otros organismos, plantas o animales, porque son parte de su alimento.

Las hormigas adultas, que son las que generalmente vemos, comen exclusivamente líquidos, y todo el alimento sólido que transportan al nido es utilizado para alimentar a sus larvas. Las hormigas comen, entre otras cosas: hojas, semillas, hongos, animales muertos, néctar y hasta las sustancias azucaradas que son secretadas por otros insectos (Hölldobler y Wilson, 1990).

Muchas hormigas se alimentan de plantas (herbívoras), pero otras se alimentan de animales vivos (depredadoras), animales muertos o materia orgánica en descomposición (detritívoras), mientras que otras comen un poco de todo (omnívoras).

Entre las herbívoras más conocidas se encuentran las llamadas hormigas arrieras, estas hormigas pertenecen al grupo (Tribu) de las Attinae y son aquellas que cortan pedazos de hojas, flores y ramas, y los llevan cargando

hasta su nido. Estos materiales les sirven como sustrato para cultivar un hongo que es realmente su alimento, sin embargo, se les ha clasificado dentro del grupo de herbívoras porque el efecto que producen en la vegetación es casi el mismo que el producido por aquellos organismos que se comen directamente a las plantas (Hölldobler y Wilson, 2010). Las hormigas de los géneros *Atta*, *Trachymyrmex*, y *Acromyrmex* se encuentran entre las más conocidas de las hormigas arrieras o corta-hojas. Pero no todas las herbívoras se alimentan de hojas, algunas comen el néctar y otros líquidos secretados por las plantas, como las de los géneros *Brachymyrmex* y *Dorymyrmex*. Un caso que llama la atención es el de las hormigas que se alimentan de líquidos azucarados secretados por otros insectos quienes previamente han succionado estos líquidos de alguna planta. Un ejemplo de esto son las hormigas *Pheidole megacephala* que comen el líquido secretado por los pulgones (Rico-Gray y Oliveira, 2007). Las hormigas depredadoras son aquellas que son cazadoras de otras hormigas u otros insectos. Un ejemplo son las pequeñas hormigas de la tribu Dacetini que viven en la hojarasca y cazan a unos pequeños organismos llamados colémbolos. Las hormigas que comen los cadáveres de animales u otra materia orgánica en descomposición son conocidas como detritívoras, por ejemplo, la hormiga *Rhytidoponera metallica* que se alimenta de orugas y otros insectos muertos (Hölldobler y Wilson, 1990).

Al alimentarse de todos estos recursos las hormigas ayudan a mantener un equilibrio en los sitios donde viven ya que si no estuvieran comiendo estos elementos no habría manera de que estos se reciclaran o se degradaran. Por ejemplo, las hormigas carroñeras ayudan a que muchos animales muertos se reintegren al suelo, pues al comerlos promueven su desintegración. Algo similar ocurre con aquellas hormigas que comen semillas, también llamadas granívoras, ya que sin su participación habría un exceso de semillas en el suelo. Esta acumulación de semillas provocaría que muchas

de ellas murieran antes de germinar como consecuencia de infecciones, o de la fuerte competencia por espacio, agua o nutrientes que habría entre ellas, ocasionando la muerte de aquellas que perdieran en esta competencia. Sin embargo, como muchas semillas son removidas o consumidas por las hormigas, se evitan estos problemas.

LAS HORMIGAS GRANÍVORAS

Como ya hemos explicado, las hormigas granívoras son las que remueven y eventualmente comen las semillas que producen las plantas. Se llaman granívoras ya que suponemos que gran parte de las semillas que recogen y transportan, son comidas por las crías que se desarrollan dentro de sus nidos. Algunas de estas semillas serán tiradas en el camino y entonces se dice que las hormigas ayudaron a dispersar las semillas que las plantas produjeron.

Es posible encontrar a estas hormigas en casi todo el mundo, aunque son predominantes en desiertos y pastizales secos. Existen varios géneros de hormigas granívoras, aunque los géneros *Aphaenogaster*, *Messor*, *Pheidole*, *Solenopsis* y *Pogonomyrmex* se encuentran entre los mejor estudiados en todo el mundo (Hölldobler y Wilson, 1990).

En el continente americano, encontramos a las hormigas del género *Pogonomyrmex*, que son unas granívoras muy grandes (de unos 10 mm de largo), generalmente de color rojo, que construyen nidos en el suelo, principalmente en las zonas áridas y semiáridas. Este género incluye 69 especies, 32 que viven en Norteamérica, 34 en Sudamérica y 3 en el Caribe (Johnson y Cover 2015). Este género de hormigas se distingue por tener obreras muy agresivas con venenos muy tóxicos; inclusive, se piensa que la especie *Pogonomyrmex maricopa* tiene el veneno más tóxico de todos los conocidos para insectos (Meyer, 1996).

Estas hormigas salen individualmente de sus nidos para buscar alimento, pero una vez que han encontrado un parche con muchas semillas, forman columnas de hasta varios cientos de obreras

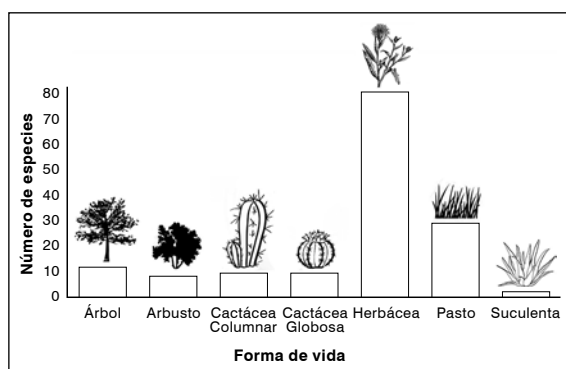


Figura 1. Número de especies removidas por *P. barbatus* agrupadas por la forma de vida de las plantas.

para llevarlas al nido (Gordon, 1999). Se sabe que la temperatura es un factor muy importante para la actividad de *Pogonomyrmex*, pues a bajas temperaturas (menores a 19 °C) o cuando esta se eleva por encima de los 50 °C, estas hormigas no están activas y permanecen en sus nidos (Ríos-Casanova y cols., 2014).

En México, una de las hormigas granívoras más conocida es *Pogonomyrmex barbatus*, comúnmente llamada hormiga roja. Esta hormiga se distribuye únicamente en Norteamérica, en la mayor parte de México y en algunos estados del sur de Estados Unidos como Arizona, Nuevo México y Texas. Es una hormiga importante ya que recoge principalmente los frutos y las semillas de pastos y plantas dicotiledóneas, las cuales son removidas y guardadas en el nido por meses e inclusive años (Taber, 1998).

¿QUÉ SEMILLAS COME LA HORMIGA ROJA?

La hormiga roja *P. barbatus* es una especie granívora ya que cerca del 70 % de lo que recolecta y lleva a sus nidos son semillas, pero también come insectos y otros artrópodos muertos, heces de aves y restos vegetales como hojas y pedazos de frutos. Suele decirse que las semillas que recoge *P. barbatus* forman parte de su dieta, pero no podemos asegurar que todas las semillas que lleva a su nido son comidas, por lo que es mejor decir que son semillas removidas por *P. barbatus* que es de lo único que podemos estar seguros.

Existen pocos estudios que analicen qué especies de semillas son removidas por *P. barbatus*, de tal forma que aún no hay una lista de lo que esta especie puede llevar a sus nidos. Por lo anterior, se realizó una búsqueda en bases de datos de Internet de todos los estudios que mencionaran a las especies de plantas cuyas semillas son removidas o consumidas por *P. barbatus*.

Como resultado de la búsqueda se encontraron ocho estudios que han registrado, a nivel de especie, la dieta de *P. barbatus* o las semillas removidas por esta hormiga. Dos de estos estudios fueron realizados en los Estados Unidos de América, específicamente en los estados de Texas y Nuevo México. Los restantes seis estudios se hicieron en los estados de Morelos, Puebla y San Luis Potosí de la República Mexicana (Ramírez, 2016).

Todas las especies de semillas removidas por *P. barbatus* se clasificaron según la forma de vida de las plantas que las produjeron, es decir, cuántas especies de semillas fueron producidas por árboles, arbustos, herbáceas, pastos, cactáceas columnares, cactáceas globosas u otras plantas suculentas.

Encontramos que *P. barbatus* puede remover semillas de 136 especies de plantas pertenecientes a 29 familias botánicas. Las familias de las que más semillas remueve esta hormiga fueron: Poaceae (29), donde se encuentran los pastos; Asteraceae (25), conocidas también como plantas compuestas, como las margaritas; Fabaceae (17), donde están muchas plantas que producen vainas como los frijoles y mezquites; y Cactaceae (14), donde están las biznagas y los nopales.

En los desiertos templados, es decir, en las zonas áridas de Estados Unidos, se registró que *P. barbatus* remueve semillas de 32 especies de plantas que pertenecen únicamente a dos formas de vida: pastos y herbáceas. En contraste, para los desiertos tropicales (México), encontramos que remueve 104 especies de las siete formas de vida mencionadas (Figura 1). Este hallazgo puede atribuirse a un patrón, ya conocido, en el que se



© Enrique Soto. Puno, Perú, 2008.

sabe que las regiones tropicales tienen una mayor riqueza y diversidad vegetal que se ve reflejada en la composición de semillas removida por esta hormiga. Este hallazgo corrobora la idea de que la región tropical ofrece una mayor diversidad de recursos para las hormigas.

La gran variedad de semillas removidas por *P. barbatus* reportada hasta ahora, sugiere que esta hormiga puede estar ejerciendo un fuerte impacto sobre las comunidades de plantas de los diferentes ecosistemas donde habita a todo lo largo de su distribución. Así que las plantas que vemos en los lugares donde vive *P. babatus* seguramente son resultado de aquellas semillas que no fueron removidas ni comidas por esta hormiga (ni por otros animales que se alimentan de semillas), y que lograron germinar, crecer y sobrevivir.

REFERENCIAS

Johnson RA y SP Cover (2015). A taxonomic revision of the seed-harvester ant genus *Pogonomyrmex* (Hymenoptera: Formicidae) on Hispaniola. *Zootaxa* 3972: 231-249.

Gordon D (1999). *Ants at work: How an insect society is organized*. Simon & Schuster, New York.

Hölldobler B y EO Wilson (1990). *The ants*. Harvard University Press. Cambridge.

Hölldobler B y EO Wilson (2010). *The leafcutter ants: Civilization by instinct*. W. W. Norton & Company. New York.

Meyer WL (1996). Most toxic insect venom. En: Walker, T. J. (ed.) *Book of insect records*. Universidad de Florida, Gainesville.

Ramírez LIL (2016). *Semillas removidas por la hormiga Pogonomyrmex barbatus (Smith): especies, familias y formas de vida*. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Rico-Gray V y Oliveira PS (2007). *The ecology and evolution of ant-plant interactions*. The University of Chicago Press. Chicago.

Ríos-Casanova L, Castaño G, Fariás V, Dávila P y Godínez-Alvarez H (2014). Activity Patterns of a Harvester Ant in an Inter-tropical Semiarid Zone in Central Mexico. *Sociobiology* 61: 133-135.

Taber SW (1998). *The world of the harvester ants*. Texas A & M University Press. Texas.

Leticia Ríos-Casanova
Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM
leticiarc@campus.iztacala.unam.mx

© Enrique Soto. Autopista México-Puebla, 2009.





© **Enrique Soto.** Taddert, Marruecos, 2010.

Espejo retrovisor interior: altar pagano

Fabio Germán **Cupul-Magaña**

La definición formal y práctica de espejo retrovisor interior es aquella que nos dice que es un tipo funcional de espejo que poseen los automóviles y otros transportes, diseñado para permitir al conductor ver el área que se encuentra justo detrás del vehículo a través de la ventana posterior. Los espejos retrovisores son en ocasiones confundidos con los laterales, los cuales se encuentran a los lados del conductor y el copiloto de la mayoría de los vehículos modernos.

En su artículo 47, el Reglamento Mexicano de Tránsito en Carreteras y Puentes de Jurisdicción Federal, cita que todo vehículo deberá estar provisto de dos espejos retrovisores como mínimo (no se marca diferencia entre laterales e interior), cuyas dimensiones y disposición permitan al conductor ver la circulación detrás y a los costados de su unidad. Si al vehículo le faltan total o parcialmente los espejos retrovisores, el ciudadano transgresor será sancionado con una multa.

El espejo retrovisor interior, más que un aditamento automotriz, es una valiosa extensión de nuestros ojos cuando abordamos el coche y estamos listos para realizar maniobras de conducción. Así, de ser seres vivos con un limitado campo visual horizontal de unos 180 grados, el retrovisor nos permite apreciar casi en su totalidad el panorama que nos rodea, de la misma



© Enrique Soto. Tetela, Morelos, 2013.



© Enrique Soto. Puebla, 2012.

manera en que lo hacen los búhos en la naturaleza al girar la cabeza sobre su cuello más allá de sus hombros.

El tener un espejo dentro del coche parece de lo más común hoy en día; sin embargo, es posible que algunos de nosotros experimentemos gran angustia al estar a su lado por la gran cantidad de supersticiones que se han construido en torno a él. Así, el observar nuestra imagen distorsionada en su pulida superficie puede ser augurio de mala suerte; también hay quienes no se atreven a verse en él por miedo a vislumbrar el futuro o por la posibilidad de que su alma reflejada sea atrapada por este místico portal multidimensional.

Es seguro que dentro de todas las imágenes sobrenaturales que se aparecen en el espejo retrovisor, la que menos queremos contemplar es la de la mujer con cara de caballo (o una mujer ensangrentada) que, sin que nos detengamos para subirla, abordará el asiento trasero cuando conduzcamos por las oscuras carreteras del país al filo de la media noche. La mujer-caballo, aunque posee un cuerpo atractivo, es capaz de matarnos del susto por la fealdad de su cara. Esta leyenda urbana tiene muchas variantes y por lo general los choferes de transportes de carga son los que sufren más de su acecho.

Pero, más allá de estos temores, el espejo retrovisor no solo es auxiliar fundamental en la conducción, también cumple la función social de permitir al conductor y a su pasajero del asiento trasero realizar contacto visual durante una charla casual (como es común entre un taxista, que sin dejar de atender lo que ocurre al frente del vehículo, conversa con su usuario). Asimismo, es tocador ambulante en donde por las mañanas nos reflejamos para darnos el último retoque al maquillaje o exfoliar las impurezas de la cara.

Una rápida exploración por el estacionamiento de mi universidad me permitió observar que cerca del 50 % de los vehículos usan el espejo retrovisor para colgar el gafete del trabajo o la escuela, el zapatito del bebé (más que de un ser querido, los encontrados tirados en la calle suelen ser mejores para atraer la buena suerte), el desodorante de ambiente, el *souvenir* de alguna vacación o una que otra figura que representa a un personaje de caricatura.

Lo que más ha llamado mi atención es que en una cantidad significativa de autos, el espejo se consagró al culto religioso. Esto, por ser portador de amuletos para atraer la protección divina y guardar la integridad física del conductor y sus acompañantes. Dicha protección puede ser necesaria para algunas personas ya que, al menos en México, mueren anualmente alrededor de

20,000 personas en accidentes de tránsito. De hecho, los practicantes del antiguo sistema filosófico chino de la ocupación consciente y armónica del espacio, el llamado *feng shui*, recomiendan dotar al auto de talismanes protectores.

Entre estos amuletos o talismanes colgados en el retrovisor, además de los tradicionales zapatitos y patas de conejo, se encuentran cromos (si tienen plasmada la “oración del buen camino”, mucho mejor) y figurines de santos y mártires, rosarios, escapularios y hasta atrapasueños. Al observarlos me vienen a la mente las descripciones antiguas de altares paganos colmados de estatuas e iconografías para el culto y la solicitud de dádivas a las deidades.

Sin embargo, para todos aquellos que colgamos en el espejo retrovisor objetos relacionados con las creencias católicas, la misma Iglesia romana los ha privado de cualquier poder divino al mencionar que, en el caso del rosario, se trata de un instrumento de oración más que un elemento

supersticioso u ornamental. Con todo esto, creo que es difícil erradicar el uso de los amuletos porque cumplen el papel psicosocial de funcionar como un placebo que nos convence de que ciertamente estamos protegidos por un poder superior.

Pero, por curioso que parezca, lo más probable es que los talismanes colgados en el espejo retrovisor atraigan, mínimamente, una llamada de atención por parte de un agente de tránsito. Ya que en el caso de que nuestro altar móvil nos distraiga u obstruya la visibilidad al conducir por estar repleto de objetos místicos o simplemente decorativos, puede considerarse que viola el reglamento de tránsito en el apartado donde se nos invita a evitar situaciones que pongan en riesgo nuestra integridad física al manejar.

Fabio Germán Cupul-Magaña
Centro Universitario de la Costa
Universidad de Guadalajara
fabiocupul@gmail.com





© **Enrique Soto.** Feria del Burro, Otumba, Estado de México, 2003.

© **Enrique Soto.** Cosamaloapan, Veracruz, 2013.



Ciencia a TIEMPO

EN 70 AÑOS EL VALLE DE TEHUACÁN PERDERÁ 20 POR CIENTO DE SU SUPERFICIE DE CULTIVO DE MAÍZ

En menos de 70 años la temperatura del Valle de Tehuacán aumentará tres grados centígrados debido a los efectos del cambio climático. En consecuencia, esta región, considerada la cuna del maíz al ser el lugar donde se originó, diversificó y distribuyó al resto del país y América Latina, perderá el 20 por ciento de su superficie de cultivo. Es decir, cerca de 3,000 hectáreas, el equivalente a la extensión del municipio de Zaragoza.

Daniel Jiménez García, investigador del Centro de Agroecología y Ambiente del Instituto de Ciencias de la BUAP (ICUAP), explicó que este cambio drástico y acelerado en las condiciones climáticas supondrá un mayor estrés hídrico a las plantas de maíz, lo que asegura un decremento en las áreas de cultivo.

Dicha estimación –3,000 hectáreas– es resultado de los trabajos que el investigador del ICUAP desarrolla en torno a los riesgos que supone el cambio climático para determinadas acotaciones geográficas –como municipios, entidades federativas o regiones–, así como aquellos relacionados con los cambios de uso de suelo, para lo cual emplea imágenes satelitales y cartografía ambiental, entre otros recursos científicos y tecnológicos.

ANÁLISIS DE GENES MUTANTES PARA CONOCER ARRITMIAS CARDIACAS

Para conocer las mutaciones de proteínas o canales iónicos que provocan arritmias cardíacas, científicos del Instituto de Fisiología y de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la BUAP forman parte de un equipo multidisciplinario enfocado a detectar tales padecimientos, con el propósito de ofrecer un diagnóstico y tratamiento a los pacientes, así como encontrar a nivel molecular la causa de las alteraciones de este órgano. José Everardo Avelino Cruz, investigador del Instituto de Fisiología de la BUAP, indicó que este equipo se formó tras la invitación del doctor Manlio

Fabio Márquez Murillo, del Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”, para desarrollar un protocolo de diagnóstico similar al de laboratorios de primer mundo.

Las enfermedades cardiovasculares son la primera causa de muerte en el mundo: representan 30 % del total de las defunciones. En México, se registran en promedio 289 muertes al día por estos padecimientos. Por ello, se pretende canalizar a los pacientes con síntomas de arritmias para realizarles un diagnóstico clínico, de acuerdo con los parámetros establecidos por los especialistas. Además de proporcionarles tratamiento, se les tomarán muestras de sangre para realizar un tamizaje genético y conocer los genes causantes de tales males.

En caso de encontrar genes de significado clínico incierto –que no se sabe si por estar mutados provocan enfermedad–, estos se colocarán en células de murinos y mediante una técnica de *patch clamp* (método electrofisiológico para conocer la corriente eléctrica que pasa a través de la membrana celular) se medirán sus corrientes para compararlas con las de un grupo control. Este procedimiento ayudará a incrementar la base de datos de genes causantes de enfermedades cardiovasculares, así como mejorar los tratamientos.

DISEÑAN “PIANO HUMANO” PARA NIÑOS INVIDENTES

Integrantes del grupo de divulgación científica y tecnológica de la Facultad de Ciencias de la Electrónica (FCE), Hipercubo, entre ellos el doctor Daniel Mocencahua Mora, diseñaron un piano con sensores ultrasónicos cuya función es permitir que niños con discapacidad visual comprendan el fenómeno físico de la onda y desarrollen su sentido auditivo mediante sonidos programados.

El “piano humano”, como también lo llaman sus creadores, está conformado por 14 sensores ultrasónicos encargados de emitir una onda de sonido, con una frecuencia tan alta que resulta imperceptible al oído humano, la cual es recuperada por efecto de rebote.

El sensor, al identificar una señal a determinada distancia, emite diferentes notas musicales, según el sensor que se activó. De esta manera, los menores con discapacidad visual comprenden el fenómeno físico de la onda, a través de la música.

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

Libros



LAS AVENTURAS DE LA AUDAZ NAVEGANTE

PAULINA MASTRETTA YANES

Editorial Itaca

México, 2016

“Laiya se empieza a alejar de la isla. Escucha un estruendo y una luz resplandeciente cae del cielo. Voltea hacia la playa y se queda pasmada al mirar a un joven de extraña armadura dorada. Una máscara blanca y negra cubre su rostro. Parece distinguir unos cabellos azulados que asoman de su casco. Se pregunta quién podrá ser y por qué tiene los cabellos azules, ya que su clan es el único con ese color. No tiene tiempo de pensar más, tras el joven caballero mira acercarse temibles criaturas”.

“Son un ejército de seres amarillos con orejas puntiagudas y narices largas, tienen la cara llena de arrugas entre las que sobresalen sus ojos rojos. Cada uno lleva un arma: hachas, arcos, lanzas y espadas. Ella ya no quiere saber más y dirige su mirada hacia otro lado. La barca se aleja de la costa arrastrada por el mar, hasta que una ola la avienta hacia las rocas”.

“En la playa el joven caballero susurra algunas palabras y desaparece. Un rayo cae sobre las criaturas, la niebla empieza a extenderse por la isla a pesar de la lluvia. Muy lejos de ahí, una hermosa doncella con un largo vestido blanco y cabello dorado observa la escena en un espejo y susurra:

– Ya es tiempo.”

Las aventuras de la Audaz Navegante es una novela que teje historias entrecruzadas de mares, piratas e islas; de búsquedas que se encuentran en las olas. Como toda búsqueda, empieza con un encuentro y deriva en un naufragio, además de aventuras tan inesperadas como la que comienza con aquella carta sin remitente dirigida a Garth, el viejo gruñón que vive en el faro de la isla Dai y al que nadie quiere acercarse.

Sucesos extraños como ese son los que ocurren en *Las aventuras de la Audaz Navegante*, primera novela de género fantástico escrita por Paulina Mastretta Yanes, joven egresada de la facultad de Filosofía y Letras de la BUAP; una historia habitada por naufragos de cabellos azules y príncipes indescritibles residentes en islas ignotas, en donde la noticia de la sobrevivencia de un padre al que se creía muerto detona una búsqueda fantástica que los conducirá a vivir las más extravagantes aventuras marinas en las que enfrentarán piratas, seres recónditos y fantasmales, además de los propios enigmas que circundan a los tripulantes.



© Enrique Soto. Yecapixtla, Morelos, 2013.



