Viaje por la ciencia

COORDINADORES
Manuel Martínez Morales
José Manuel Velasco Toro

Viaje por la ciencia

COORDINADORES
Manuel Martínez Morales
José Manuel Velasco Toro

GOBIERNO DEL ESTADO DE VERACRUZ

Javier Duarte de Ochoa
Gobernador del Estado

Xóchitl A. Osorio Martínez
Secretaria de Educación

Rosendo Roberto Pelayo Valdés
Subsecretario de Educación Básica

Denisse Uscanga Méndez
Subsecretaria de Educación Media Superior y Superior

Nemesio Domínguez Domínguez
Subsecretario de Desarrollo Educativo

Vicente Guillermo Benítez González
Oficial Mayor

UNIVERSIDAD VERACRUZANA

Sara Ladrón de Guevara González
Rectora

Leticia Rodríguez Audirac
Secretaria Académica

Clementina Guerrero García
Secretaria de Administración y Finanzas

Octavio A. Ochoa Contreras
Secretario de la Rectoría

Édgar García Valencia
Director Editorial

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Enrique Cabrero Mendoza
Director General

Elías Micha Zaga
Director Adjunto de Desarrollo Regional

Julio César Ponce Rodríguez
Director de Comunicación

Salvador Flores Ortega
Director Regional Sur – Oriente

CONSEJO VERACRUZANO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

José Manuel Velasco Toro
Director General

Jorge Alejandro Brandi Herrera
Jefe de la División de Desarrollo Científico

Rafael Sánchez Ramos
Jefe de la División de Desarrollo Tecnológico

Rodrigo López Sánchez
Secretario Técnico

Said Ignacio Heredia Madrigal
Jefe del Departamento Administrativo

COLABORACIÓN ESPECIAL

Jorge Alejandro Brandi Herrera

Valentina Martínez Valdés

Eliseo Hernández Gutiérrez

COORDINACIÓN PARA LA DIFUSIÓN
DEPARTAMENTO DE APOYO EDITORIAL

Gustavo Adolfo Iram Ávila Maldonado
COORDINADOR PARA LA DIFUSIÓN

Blanca Estela Hernández García
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE APOYO EDITORIAL

Elizabeth Polanco Galindo
JEFA DE LA OFICINA DE COLECCIONES

Milena Gómez Castro
DISEÑO DE PORTADA, INTERIORES Y FORMACIÓN

Melba Alí Velázquez Mabarak Sonderegger
Soledad Ariadna Cabrera Excelente
CORRECCIÓN DE ESTILO

Viaje por la ciencia.

© Secretaría de Educación de Veracruz / Consejo Veracruzano de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico / Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
km 4.5, Carretera Federal Xalapa-Veracruz, Col. SAHOP
C.P. 91190, Xalapa, Veracruz, México
1ª edición, 2015
ISBN 978-607-725-250-4

Impreso en México

La edición de este libro se realizó con el financiamiento del Gobierno del Estado de Veracruz, a través de la SEV, el COVEICyDET y el CONACyT con recursos del Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación (FORDECyT), como parte de la estrategia de apropiación social de la ciencia.

Se agradece a la Dirección de Comunicación de la Ciencia de la Universidad Veracruzana su valiosa colaboración.

Viaje por la ciencia está editado por la Secretaría de Educación de Veracruz. El contenido es responsabilidad de los autores. Se autoriza la reproducción total o parcial de la obra, siempre y cuando se cite la fuente. Toda correspondencia dirigirla al Departamento de Apoyo Editorial de la Coordinación para la Difusión, Av. Araucarias, núm. 5, Edificio Orense II, tercer piso, Col. Esther Badillo, C.P. 91190, Xalapa Veracruz. Tels. 813 98 61 y 813 99 44 (fax). Correo electrónico daesec05@yahoo.com.mx

CONTENIDO

PRESENTACIÓN 9

DE CIENCIA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL 13
Veinte razones para divulgar la ciencia | Norma Lazo 15
El secreto del espectro | Alberto Mariano Vázquez de la Cerda 19
Inteligencia artificial... ¿qué es eso? | Manuel Martínez Morales 33
Cáncer de mama e inteligencia artificial |Nancy Pérez-Castro 39
El experto adivinador | Carlos Rubén de la Mora Basáñez 45
Una mirada a lo natural (cómputo bio-inspirado) | Efrén Mezura-Montes 53

MUNDO BIOLÓGICO 59
La vida en las alturas (plantas epífitas) | Valentina Martínez Valdés 61
Sexo en plantas | Jorge M. Suárez Medellín 67
Las tortugas (entre los habitantes más antiguos) | Jesús Altamirano Morales | Gilberto Silva López 73

NEUROCIENCIAS 83
Homosexualidad (¿qué dice la neurociencia?) | Elizabeth Vázquez Narváez 85
Olfatear es recordar | Tania Molina Jiménez | Ana G. Gutiérrez García | Carlos M. Contreras 91
Tan inevitable como el día y la noche | Elvira Morgado 99
La enfermedad de Alzheimer (orígenes y consecuencias) | Sonia Lilia Mestizo Gutiérrez 105

DEL CLIMA 111
El clima: modelos sin pasarela | Juan Matías Méndez-Pérez | Daniela Cruz-Pastrana 113
El clima y la migración de las aves | Ernesto Ruelas Inzunza 119
La meteorología y las meteoropatías | Irving Rafael Méndez Pérez 125
Ganadería tropical y cambio climático | Gemma María Verde Zuchetti | Antonio Hernández Beltrán | Lorena López de Buen 129

LO LOCAL 135
De gatos, perros y otras historias desconocidas | Rafael Flores-Peredo | Isac Mella-Méndez | María Isabel Martínez-Castillo 137
Arqueología de Castillo de Teayo | Emmanuel Márquez Lorenzo 145
Sin cucharilla no hay arcos | Guadalupe Torres Martínez | Noé Velázquez Rosas 151
¿Y dónde te agarró el temblor? | Ignacio Mora González 155

DE CIENTÍFICOS 159
Ernesto Jáuregui: de niño rural a climatólogo urbano | Adalberto Tejeda-Martínez 161
Sophus Lie (el gigante de las matemáticas) | Francisco Gabriel Hernández Zamora 167
James Miranda Stuart Barry (la mujer que engañó a un imperio) | María Angélica Salmerón 173
Los olvidados en la fisión nuclear | Arturo E. García Niño 183

DE LA SALUD 193
Obesidad: enemiga de la masculinidad | Ángel Guzmán | Enrique Meza | Rossana Citlali Zepeda | Mario Caba | Stefan Waliszewski 195
Las enfermedades del olfato | Lizbeth Donají Chi Castañeda | Enrique Meza | Mario Caba | Rossana Citlali Zepeda 203
Antioxidantes: lo que no mata ¿fortalece? | Irene Lagunes | Ángel Trigos 211
Plásticos causantes de sobrepeso y obesidad | Nohemí Hernández Rojas | Enrique Méndez Bolaina 215

PRESENTACIÓN

Al hablar de ciencia y tecnología pensamos de inmediato en las maravillas que la humanidad ha producido con base en ellas, pero también en la complejidad que las rodea, más por prejuicio que por interés en involucrarse en su comprensión. Varios de nosotros nos hemos preguntado si la ciencia y la tecnología ocupan un campo exclusivo para los científicos, los investigadores y los expertos que trabajan en esta área del conocimiento. En otras ocasiones, al iniciar la lectura de un texto de carácter científico nos asalta la inquietud de que podemos empantanarnos en un tema incomprensible y, por lo mismo, aburrido.

Viaje por la ciencia derruye esos mitos. Desde sus primeras líneas nos enfrenta con textos que capturan nuestra atención e incitan nuestro interés por saber más. A ese objetivo contribuye, con resultados significativos, la divulgación de la ciencia; acción que corresponde con la necesidad social de comprender el mundo en que vivimos. Ahora, la divulgación científica es, incluso, un

factor esencial que propicia el desarrollo mediante la motivación de lectores a temprana edad, ya sean niños o jóvenes quienes, precisamente por prejuicio, no se habían acercado a la ciencia y la tecnología.

Los ensayos que reúne este libro son una eficaz contribución en ese sentido. Aborda una diversidad de temas que van desde la ciencia y la inteligencia artificial, el mundo biológico, la neurociencia, el clima, la vida y el quehacer de grandes científicos —a quienes la historia, algunas veces, les ha quedado a deber—, hasta cuestiones del campo de la salud. ¿Qué tienen en común los capítulos que lo integran? Pues un enfoque donde la ciencia, como hilo conductor, nos da una explicación racional y, las más de las veces, sorprendente sobre fenómenos, hechos y cotidianeidades que quizá por eso mismo pasan desapercibidos.

La ciencia que rodea la vida diaria tiene una importancia fundamental, aunque poco lo notemos. Sea por indolencia o ignorancia perturbamos nuestro medio ambiente; por acción u omisión atentamos contra plantas y animales, e incluso contra nosotros mismos; nos dejamos llevar por mitos y supersticiones; nos asombramos y admitimos el engaño de adivinadores y clarividentes al evitar pensar racionalmente. Miramos a la ciencia desde la cómoda distancia de la ficción.

Aunado al conocimiento especializado de quienes escribieron *Viaje por la ciencia,* llama la atención la sencillez y claridad del lenguaje, que no simple y desprovisto de valores. Desde los títulos de los ensayos, ingeniosos y creativos, descubrimos la frescura y el desparpajo de los autores. Es evidente que fueron elaborados con fruición, con la seguridad y la sapiencia que dan los años de estudio y el placer de divulgar

conocimiento. Por esa ruta nos comunican el gozo y la satisfacción de saber y de comprender el mundo.

Lecturas como las que contiene este volumen nos dotan de elementos para que hechos que creíamos difíciles de entender y de explicar cobren sentido. Encontramos que los descubrimientos originales y las inconmensurables hazañas científicas corresponden a la genialidad del ser humano, a individuos eminentes, pero que también obedecen a la tenacidad y a la lógica de la construcción del propio conocimiento.

Uno de los mayores valores de este libro es su papel introductorio a cuestiones de carácter científico. A manera de un platillo apetitoso, sólo nos da pequeñas muestras del saber en cada una de ellas. Descorre el cortinaje y nos permite vislumbrar el interesante mundo que hay detrás. No hay duda de que sus capítulos incitan a inquirir qué sigue, a leer más, a hallar otras fuentes. No sólo ilustran al lector, es evidente que también lo invitan a buscar mayor información sobre éstos u otros hechos relacionados. Esto es lo que esperan los autores en *Viaje por la ciencia*. Vamos a escuchar qué dicen los lectores.

Lic. Nemesio Domínguez Domínguez
SUBSECRETARIO DE DESARROLLO EDUCATIVO DE LA SEV

De ciencia e inteligencia artificial

Veinte razones para divulgar la ciencia
Norma Lazo

El secreto del espectro
Alberto Mariano Vázquez de la Cerda

Inteligencia artificial... ¿qué es eso?
Manuel Martínez Morales

Cáncer de mama e inteligencia artificial
Nancy Pérez-Castro

El experto adivinador
Carlos Rubén de la Mora Basáñez

Una mirada a lo natural
(cómputo bio-inspirado)
Efrén Mezura-Montes

Veinte razones para divulgar la ciencia **

Norma Lazo*

1. Porque la gente tiene derecho a conocer lo que se ha logrado averiguar acerca de cómo funciona el mundo natural y el universo. Cómo es que hemos llegado a ser como somos, qué lugar ocupamos en el espacio, en el tiempo y dentro de la naturaleza viva.

2. Porque es maravilloso conocer cómo funcionan las estrellas, cómo se forman, qué destino tendrán, inclusive cómo llegamos a saberlo estando tan distantes; todo esto es más sorprendente que pensar que los astros puedan tener alguna influencia en la suerte que nos depara el horóscopo o si somos compatibles con Sagitario.

*Escritora, editora y guionista mexicana. Licenciada en Psicología clínica por la Universidad Veracruzana, maestra en Saberes sobre Subjetividad y Violencia en el Colegio de Saberes.
**Texto leído en la Feria Internacional del Libro Universitario (FILU 2014) de la Universidad Veracruzana.

3. Porque es más asombroso y conmovedor conocer cómo funciona la naturaleza, que atribuirlo todo a un hecho

sobrenatural y mágico con explicaciones simples que la humanidad imaginó cuando no sabía nada. Sin embargo, hoy en día esas ideas siguen siendo preponderantes.

4. Porque sitúa nuestro lugar en la naturaleza. Porque nos ayuda a percibir lo singular y a la vez lo común que somos en el universo.

5. Porque en general las personas son más conscientes respecto al medio ambiente cuando más saben de ciencia y, al mismo tiempo, se puede disfrutar más la vida cuando somos conscientes de lo efímera que es y del espacio tan minúsculo que ocupamos en el universo.

6. Porque conocer el comportamiento animal nos puede situar mejor respecto de lo que somos y así dar cabida a una actitud más amigable y de respeto hacia todas las especies.

7. Porque la ignorancia nos masifica y facilita que nos manipulen.

8. Porque nadie ha emprendido una guerra en nombre de la ley de la gravedad o contra el ADN.

9. Porque ya es tiempo de que en los aviones exista la fila trece o que los edificios no salten del piso doce al catorce, como si en realidad dejaran un piso vacío —lo cual no hacen por obvias razones económicas—.

10. Porque es mejor enseñarle a un niño a prepararse para un examen, y luego para la vida, que enseñarle a rezar o a consultar su horóscopo sin enfrentar las situaciones de manera responsable.

11. Porque es mejor intentar conocer al prójimo por lo que siente, piensa, dice, hace y comparte, que por su signo zodiacal.

12. Porque es más rico pensar por sí mismo, que dejar que los demás implanten prejuicios en nuestra mente sobre cómo deberían ser o no ser los seres humanos.

13. Porque es más interesante el número pi y, por tanto, lo que éste representa en la naturaleza, que cualquier otro número favorito o número de la "suerte".

14. Porque desde la ciencia se tiene una perspectiva diferente de lo sobrenatural. Saber sobre ciencia es un disfrute y a la vez un reto para la imaginación.

15. Porque nos lo agradecerán los gatos negros que son hermosos y no dan mala suerte.

16. Porque la ciencia nos permite ver la realidad a través de una ventana de raciocinio y conocimiento verídico.

17. Porque la ciencia arroja luz en forma de preguntas y respuestas iluminando las dudas y los temores de los seres humanos.

18. Porque todos tenemos derecho a disponer de las herramientas necesarias para librarnos de los antiguos y modernos engaños que manipulan y culpabilizan al ser humano.

19. Porque es trascendental para ubicar al ser humano en su contingencia sin pretender ser una divinidad que desciende de otra divinidad.

20. Porque todos los seres humanos tienen derecho a la fe y a creer en lo que consideren importante para su desarrollo espiritual, pero siempre asumiendo que sus creencias son posibilidades y los demás tienen derecho a su propio credo; esta certeza sólo se conseguirá a través de la ciencia.

El secreto del espectro

Alberto Mariano Vázquez de la Cerda*

La espectrometría ha generado un conocimiento muy amplio, no sólo de nuestro planeta y de todos los elementos químicos que existen en él, sino que además nos permite saber la composición de las estrellas y los planetas que se encuentran a una distancia tal, que en el tiempo promedio de vida de un ser humano no se alcanzaría a llegar, aunque se viajara a velocidades inimaginables hasta hoy.

El presente documento es una recopilación de excelentes libros que narran de una manera agradable los descubrimientos realizados por los científicos en los últimos trescientos años. He procurado hacer el mínimo cambio a los textos de los autores: el doctor Carl Sagan en su libro *Cosmos* (1980) nos hace viajar a través del sistema solar; el doctor Marcelino García-Junco en *La magia de los sentidos* (1960) nos enseña el origen de la materia y de la

* Investigador, escritor y conferencista. Jubilado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Veracruzana.

energía mediante una didáctica incomparable; por último, el doctor William Cecil Dampier en *Historia de la ciencia y de sus relaciones con la filosofía y la religión* (1929) nos presenta en forma sistemática y objetiva los descubrimientos hechos por el ser humano. Si esta recopilación logra despertar la curiosidad acerca de la espectrometría y de todas las ciencias, habré logrado mi objetivo.

Historia de la espectrometría

La distinción entre la esfera celeste y la terrestre, que perduró durante toda la Edad Media, fue desmentida por Galileo y Newton, cuando demostraron que las leyes mecánicas de la caída de los cuerpos —en forma experimental— eran aplicables a todo el sistema solar. Para completar lo afirmado se debía probar que los elementos químicos que componen la materia terrestre existían también en la sustancia del Sol, los planetas y las estrellas. Este anhelo parecía inaccesible para el ser humano; sin embargo a mediados del siglo XIX se solucionó científicamente.

Isaac Newton descubre el espectro

En 1666, cuando Newton oscureció su habitación e hizo pasar por una pequeña hendidura la luz a través de un prisma en forma triangular, concibió "la observación más considerable hasta ahora realizada del funcionamiento de la naturaleza". En el espectro coloreado producido a partir de la luz blanca contempló "la más sorprendente y maravillosa composición… de blancura". Newton no era el primero en observar la luz blanca dividida de tan hermosa manera, pero sí en tener la idea de que la luz está compuesta de diversos rayos que se desvían en

proporción diferente al pasar a través del cristal. Además, demostró que si hacía pasar los rayos refractados a través de un segundo prisma, el haz resultante volvería a ser blanco.

Ahora los físicos saben que tal refracción ocurre porque cada color de luz, o longitud de onda, se mueve a diferente velocidad a través del cristal. El arcoíris por ejemplo, es un espectro que se forma cuando la luz blanca es refractada por pequeñas gotitas de agua suspendidas en el aire. Newton indicó que las franjas de colores generadas por el paso de los rayos del Sol a través de un prisma de cristal se debían a la descomposición de la luz blanca en los elementos físicos simples.

En 1802, Wollaston descubrió que este espectro luminoso se hallaba cruzado por una serie de rayas oscuras. Fraunhofer, en 1814, volvió a observar tales rayas, y aumentando la dispersión a través de diversos prismas, las clasificó cuidadosamente.

Por otra parte, se comprobó que la luz proveniente de llamas coloreadas con sales o metales (apreciadas por primera vez por Melville en 1752) originaba un espectro con líneas brillantes sobre un fondo oscuro; Herschel, en 1823 expuso la idea de que tales líneas podían ser empleadas para acusar la presencia de metales. La consecuencia de todo esto fue la verificación de una serie de observaciones en las que se marcó y anotó detalladamente la posición de las rayas espectrales.

Nace el análisis espectral

En 1849, Michel Foucault examinó el espectro de la luz generada por un arco voltaico saltando entre polos de carbón: observó una doble línea brillante cuyo color iba del amarillo al anaranjado y coincidía exactamente con la doble raya oscura, a la que Foucault llamó D.

Así supo que cuando se hacía pasar la luz del Sol a través del arco, la línea D aparecía más oscura que de ordinario, y cuando la luz de uno de los carbones —que por sí misma engendraba un espectro brillante y continuo sin rayas negras— se hacía pasar a través del arco, las líneas D aparecían. "Así, el arco se nos ofrece como un medio que emite por sí mismo los rayos D, y que al mismo tiempo los absorbe cuando tienen otra procedencia", decía Foucault.

Desconocedores de los experimentos de Foucault, Bunsen y Kirchhoff hicieron pasar una luz de calcio —que originaba un espectro continuo— por una llama de alcohol, en la que se vertió sal común (cloruro de sodio), y descubrieron las rayas D de Fraunhofer; repitieron el experimento con el litio en la llama de un mechero Bunsen de gas y obtuvieron una raya oscura que no aparecía en el espectro del Sol. De estos ensayos dedujeron que el sodio sí existía en la atmósfera del Sol, pero que el litio no, o al menos, no en cantidades apreciables. Robert Wilhelm Bunsen (1811) y Gustav Robert Kirchhoff (1824) fueron los creadores del análisis espectral.

La ciencia se vale del análisis espectral para demostrar la existencia de tales o cuales elementos químicos en los demás planetas y en las estrellas; dicho análisis se construye debido a que los elementos químicos emiten luz de colores cuando se encuentran en estado incandescente.

Seis años después, el estadounidense David Alter describió los espectros del hidrógeno y otros gases. Entre 1855 y 1863 Bunsen y Kirchhoff realizaron una serie de experimentos acerca de la acción química de la luz, y en 1859 proyectaron los primeros métodos exactos de análisis espectral que permitieron descubrir los elementos químicos, aun cuando se ofrecieran en cantidades minúsculas. Así descubrieron dos nuevos elementos: el cesio y el rubidio.

Un viaje por las estrellas

El rayo de luz atraviesa el espacio a una velocidad aproximada de trescientos mil kilómetros por segundo (2.99792458•108 m•s-1), es el mensajero que nos trae esa información. Mediante el análisis espectral se averiguó la composición de los cuerpos celestes alejados de nosotros miles de años luz (en el sistema métrico decimal, el año luz es equivalente a nueve billones cuatrocientos sesenta mil ochocientos millones de kilómetros (9.4608•1015 m).

En 1844, el filósofo Auguste Comte buscó un ejemplo de un tipo de conocimiento que estaría siempre oculto al hombre y escogió la composición de las estrellas y de los planetas lejanos. Pensó que nunca los podríamos visitar físicamente y que, al no tener a la mano alguna muestra de ellos, jamás conoceríamos su composición. A tres años de la muerte de Comte se descubrió que un espectro puede ser utilizado para determinar la composición química de los objetos distantes. Auguste Comte escogió un ejemplo especialmente inoportuno.

Diversas moléculas o elementos químicos absorben diferentes frecuencias o colores de luz, en ocasiones en la zona visible y otras en algún lugar distinto del espectro. En el espectro de la atmósfera de un planeta, una línea oscura aislada representa una imagen de la hendidura en la que falta luz: la absorción de luz solar durante su breve paso a través del aire de otro mundo. Cada tipo de línea está compuesto por una clase particular de moléculas o átomos, y cada sustancia tiene su forma espectral característica.

Los gases en el planeta Venus pueden ser identificados desde la Tierra, a sesenta millones de kilómetros de distancia; incluso podemos adivinar la composición del Sol, así como la composición de las estrellas magnéticas Ă ricas en europio, y también galaxias lejanas analizadas

a partir de la luz que envían colectivamente las cien mil millones de estrellas.

La astronomía espectroscópica es una técnica casi mágica; a Carl Sagan y a muchos otros nos asombra. Dicha técnica adquirió gran auge gracias a los trabajos de Huggins, Janssen y Lockyer; éste último observó en 1878 una raya oscura en el espectro de la cromosfera solar, la cual no coincidía con alguna raya conocida de los espectros terrestres. Predijo junto con Franland la existencia en el Sol de un elemento desconocido: el helio (nombrado a partir de Helios, el dios griego del Sol), descubierto diecisiete años después, en 1895 por Ramsay en el mineral clavita.

En las estrellas blancas, cuya temperatura superficial se aprecia en más de doce mil grados Celsius, como la alfa (α) de Cisne, la gamma (γ) de Casiopea, La Vega de Lira, Sirio y Rigel —por otro nombre beta (β) de Orión—, se ha demostrado que existen el hidrógeno, el helio, el calcio y el hierro.

En las estrellas amarillas (como nuestro Sol) que tienen una temperatura superficial alrededor de seis mil grados Celsius, el análisis espectral indica la existencia de por lo menos treinta y cinco elementos químicos muy conocidos en la Tierra: sodio, cromo, cobre, estroncio, titanio, molibdeno, berilio, escandio, manganeso, plata, cadmio, germanio, rutenio, neodimio, hierro, magnesio, bario, circonio, paladio, itrio, carbono, cobalto, calcio, estaño, lantano, níquel, erbio, plomo, cerio, silicio, zinc, niobio, vanadio y boro.

En estrellas rojas —como la de Orión, la de Hércules, la de Pegaso—, y soles que se encuentran a temperaturas relativamente bajas (entre los dos mil quinientos y tres mil grados Celsius), se han identificado otros elementos y compuestos químicos conocidos en la Tierra que son estables a esas temperaturas.

El espectro solar muestra, entre las cien mil rayas que se han observado, algunas que pertenecen a un elemento químico que nunca se ha encontrado en la Tierra y al que se le llamó coronio.

En las nebulosas lejanas de Orión, del Cisne y de las Pléyades, el análisis espectral señala la existencia del helio, del hidrógeno y de otros elementos desconocidos en la Tierra (de existencia muy poco probable), que los astrónomos denominan nebulio y asterio.

Los conocimientos adquiridos en los últimos años en relación con los nuevos elementos artificiales llamados transuránicos (once hasta la fecha), tal vez podrán explicar lo concerniente a los elementos dudosos: coronio, nebulio y asterio. La cauda de los cometas produce los espectros característicos de hidrógeno y compuestos químicos conocidos como el bióxido de carbono, los hidrocarburos y el cianógeno.

La visibilidad de las nebulosas es posible debido al espesor de millones de kilómetros que alcanzan, y a la presencia de ciertos fenómenos eléctricos de la misma naturaleza, de los que se observan en los tubos de rayos X.

Las nebulosas son huellas materiales que han quedado como residuo, al acumularse la materia cósmica dispersa por procedimientos físicos sencillos. Debido a algunas anomalías en los espectros observados, se creyó que las nebulosas se encontraban a temperaturas altísimas y que, debido a tales condiciones térmicas, los elementos químicos se encontraban disociados y que éstos formaron a los planetas en un principio. Así, se consideró a las nebulosas como la primera esencia cósmica. Sin embargo, ahora se confirma lo contrario: la temperatura de las nebulosas casi coincide con la de los espacios siderales vacíos, que es el límite de la cinética

material y se halla a menos doscientos setenta y tres grados Celsius, casi el cero absoluto.

La dilución de los componentes de las nebulosas sobrepasa toda capacidad imaginativa: es miles de veces más grande que los más intensos enrarecimientos que se pueden crear en los laboratorios.

Por otra parte, en las llamadas auroras boreales y australes (causadas por las tempestades eléctricas que suceden a más de cien kilómetros sobre la superficie de los mares), el análisis espectral delata la existencia de hidrógeno, helio, argón, neón y nitrógeno.

La teoría de Fraunhofer acerca de las rayas espectrales parece que fue esclarecida por George Gabriel Stokes (1819-1903) en las conferencias pronunciadas en Cambridge: todo sistema mecánico absorberá la energía que manifieste a un ritmo unísono con sus vibraciones naturales, del mismo modo que el columpio de un niño es propulsado por pequeños impulsos que coinciden con el periodo de la oscilación de aquél.

Así, las moléculas de los vapores que forman la corona del Sol absorberán la energía de aquellos rayos particulares provenientes del núcleo más caliente, y cuyo periodo oscilatorio armonice con el de aquéllas. De esta forma, la luz que atraviese dicha corona quedará privada de la luz o el color correspondiente a aquella frecuencia de vibración y el resultado será una raya negra visible en el espectro.

El espectro electromagnético

La primera pista real sobre la naturaleza del planeta Venus se obtuvo trabajando con un prisma de vidrio o una superficie plana, llamada red de difracción, en la que se graba un conjunto de líneas finas y espaciadas.

Cuando un haz intenso de luz blanca y corriente pasa a través de una hendidura estrecha y después atraviesa un prisma o una red, se esparce formando un arcoíris de colores: un espectro. Este se extiende desde las frecuencias altas de la luz visible hasta las bajas; es decir desde el violeta, pasando por el azul, verde, amarillo, anaranjado y finalmente el rojo.

Como estos colores pueden verse se le denominó espectro de luz visible, pero hay mucha más luz que la del pequeño segmento del espectro que alcanzamos a ver.

En frecuencias más altas, con respecto al violeta, existe una parte del espectro llamada ultravioleta, que es un tipo de luz perfectamente real, portadora de muerte para los microbios. Para nosotros es invisible, pero la detectan con facilidad los abejorros y las células fotoeléctricas.

Entre tanto, la identificación de la naturaleza física de la luz y del calor radiante ya había sido demostrada plenamente. En 1800, William Herschel puso de manifiesto que al colocar un termómetro en el espectro solar se observan efectos caloríficos que se extienden más allá de la luz roja visible. Poco después, Ritter encontró rayos que superaban del violeta visible, que oscurecían el nitrato de plata y cuya acción fotográfica fue descubierta por Scheele en 1777.

Entre 1830 y 1840 Melloni comprobó que el calor invisible mostraba propiedades similares a las de la luz en cuanto a los fenómenos de reflexión, polarización e interferencia.

En el espectro electromagnético, de la longitud de onda más corta (rayos gamma) hasta la más larga (ondas de radio), la longitud de onda de la luz se calcula en Ångtröms (Å es igual a 10-10 m), nanómetros (nm es igual 10-9 m), micrómetros (μm es igual a 10-6 m), centímetros (cm es igual a 10-2 m) y metros (m).

Después del ultravioleta está la parte de rayos X del espectro, y le siguen los rayos gamma. En las frecuencias bajas, del lado del rojo, se encuentra la parte infrarroja del espectro. Al colocar un termómetro sensible en una zona situada más allá del rojo (oscuridad ante nuestra vista), se descubrió que la temperatura del termómetro aumentó y detectaba luz sobre él, aunque fuera invisible a nuestros ojos. Las serpientes de cascabel y los semiconductores contaminados detectan perfectamente la radiación infrarroja. Después del infrarrojo está la región espectral de las ondas de radio.

En 1859, año de la fundación del semanario *Chemical News*, el mundillo científico se conmovió con la noticia de la invención de la nueva forma de análisis químico: el análisis espectral, creado por Kirchhoff y Bunsen, entre cuyos primeros éxitos se cuenta el descubrimiento del cesio y del rubidio.

William Crookes aplicó el método de análisis a los residuos que le quedaron de sus investigaciones en relación con el selenio, y al llevar a la llama del espectroscopio una porción de los residuos del selenio, observó una raya verde que no correspondía a ninguno de los espectros de los elementos químicos conocidos en esa época. Dicha observación le hizo suponer la existencia de un nuevo elemento químico: el talio (1861), nombre que le pusiera Crookes debido a la línea verde característica de su espectro (tallo, rama verde).

En su empeño de aumentar la sensibilidad de la balanza con la que determinaba el peso atómico del talio, Crookes hace su segundo descubrimiento en 1874: la atracción y repulsión causadas por radiación, fenómeno al que llamó fuerzas radiométricas. Esas investigaciones le llevaron al estudio de los rayos catódicos que produjo con gran pureza, y cuyos resultados fueron una serie

de ingeniosos aparatos —que aún se usan en todas las escuelas del mundo con fines pedagógicos— para demostrar el carácter material de ellos, y el descubrimiento del cuarto estado de la materia o estado radiante.

Parte de un discurso de Crookes en 1879 dice:

> Nos encontramos frente a un nuevo estado de agregación de la materia, tan distante del estado gaseoso como del líquido. Al estudiar este cuarto estado de la materia, nos parece tener en las manos y dentro del campo de nuestra experiencia a las pequeñas partículas indivisibles que, con buenos fundamentos, podemos considerar que forman la sustancia física del Universo. Hemos visto que en algunas de sus propiedades, la materia radiante es tan material como lo puede ser la masa, mientras que otras propiedades coinciden con el carácter de energía radiante. Hemos tocado efectivamente el territorio en que la fuerza y la materia parecen transformarse una en otra y viceversa, territorio de las sombras que separan a lo conocido de lo desconocido, y que para mí siempre ha tenido una gran fascinación. Pienso que los grandes problemas científicos del futuro encontrarán resolución en esta región límite y más adelante aún. Aquí tal parece, se hallan las últimas realidades.

Energía radiante

La equivalencia entre el poder emisor y el poder absorbente fue extendida al calor radiante por Kirchhoff y Stewart, especialmente.

Se descubrió también que un cuerpo negro que absorbe a todas las radiaciones al calentarse, emite radiaciones de todas las longitudes de onda. Provost en su teoría de los intercambios (1792) hace notar que todos los

cuerpos irradian calor, aunque cuando existe equilibrio, reciben mucho más de lo que ceden. Maxwell expuso teóricamente su creencia de que la radiación debía ejercer una cierta presión sobre la superficie en la cual actuaba; esta presión fue comprobada posteriormente en forma experimental.

En 1875, Bartoli sugirió la idea que la existencia de esta presión permite imaginar un espacio lleno con tales radiaciones, la presión podía obrar como el cilindro de una máquina termodinámica teórica. En 1884, Bolzmann estableció la ley en la cual la radiación completa de un cuerpo negro aumenta con la cuarta potencia de la temperatura absoluta, o sea R = aT4. Esta ley ya había sido planteada empíricamente por Stefan en 1879.

Este resultado revestía utilidad no sólo desde el punto de vista de la teoría de la radiación, sino también serviría para medir las temperaturas de los hornos y aun de las superficies del Sol y las estrellas debido a la observación de la energía calorífica que proporcionan. Cuando la temperatura se eleva, no sólo la radiación total aumenta, sino que la energía máxima emitida es desplazada hacia las longitudes de onda más cortas.

El 14 de diciembre de 1900, Max Planck presentó los fundamentos teóricos de su fórmula adecuada solamente para las frecuencias bajas, y estableció la hipótesis de que tanto la emisión como la absorción sólo pueden efectuarse de un modo brusco, de manera que, la energía emitida o absorbida cada vez, sea igual a un múltiplo entero de una magnitud elemental e (épsilon) llamada quántum de energía (e = hv).

Además encontró que los cuantos de energía son proporcionales a la frecuencia v, y determinó correctamente la magnitud de la constante de proporcionalidad h que ahora se conoce como la constante de Planck:

$$h = 6.624 \cdot 10\text{-}27 \text{ erg} \cdot s = 6.626076 \cdot 10\text{-}34 \text{ J} \cdot s$$

Aunque este adelanto tendría consecuencias de largo alcance —pues finalmente condujo al desarrollo de la mecánica cuántica—, su importancia no fue obvia inmediatamente. A cinco años del descubrimiento de Planck, Albert Einstein aplicó por vez primera el concepto cuántico en su teoría del efecto fotoeléctrico, y estableció la idea de cuantos de luz, como forma moderna de los corpúsculos de luz de Newton.

Más tarde, en 1913, Bohr introdujo su teoría cuántica del espectro atómico, la cual condujo a su vez a la fundación de la mecánica cuántica. Desde entonces, el concepto de luz adquirió el aspecto de una personalidad dividida. La radiación debía considerarse algunas veces como onda y otras como partícula, de acuerdo con la naturaleza de su interacción con la materia. Naturalmente, ello era odioso para los contemporáneos de Planck, y él mismo hizo varios intentos para reconciliar los dos puntos de vista: el ondulatorio y el corpuscular. Sin embargo, ni sus intentos ni los de otros tuvieron éxito y los físicos han aceptado la naturaleza dual de la radiación como parte de la vida.

Bibliografía

Dampier, W. (1929). *A history of science and its relations with philosophy & religion*. México: Editorial Galatea.

García-Junco, M. (1960). *La magia de los sentidos*. México: Compañía Editorial Continental.

Sagan, C. (1980). *Cosmos*. España: Editorial Planeta.

Simón, I. (1966). *Infrared radiation*. México: Editorial Reverte Mexicana.

Wilson, M. (1964). *Energía*. México: Time LIFE.

Inteligencia artificial... ¿qué es eso?

Manuel Martínez Morales*

Tal vez no te hayas percatado, pero la inteligencia artificial está presente en la vida cotidiana, y no solamente en los programas que operan en las computadoras. Un buen número de las lavadoras que usamos ya tienen incorporados circuitos inteligentes para el óptimo control del lavado de la ropa. Seguramente el automóvil de tu casa, si es de modelo reciente, también está equipado con una computadora que opera mediante la acción de programas inteligentes, los cuales aseguran un mayor control al manejar el auto, así como una revisión constante de sus distintos componentes, como los niveles de aceite, anticongelante y hasta el nivel de inflado de las llantas. Y qué decir de los iPhone, cada vez más comunes.

*Investigador del Centro de Investigación en Inteligencia Artificial (CIIA) de la Universidad Veracruzana, actualmente director de Comunicación de la Ciencia de la UV.

El cine, la televisión y otros medios de comunicación han creado la imagen de que la inteligencia artificial

solamente se aplica en la construcción de robots o en complejos sistemas computacionales. Nada más alejado de la realidad pues, como se ha dicho, ésta invade ya nuestra vida cotidiana.

La inteligencia artificial surge como disciplina científica con un objeto de estudio propio —aunque no muy bien delimitado— a finales de la década de 1950, mas sus antecedentes inmediatos se remiten a los trabajos pioneros del matemático inglés Alan Turing, publicados entre los años 1930 y 1950.

En los últimos cuarenta años, esta disciplina —que algunos afirman es simplemente una rama de las ciencias computacionales— ha tenido un desarrollo sostenido e impresionante, con diversas áreas de especialización teórica y múltiples aplicaciones tecnológicas.

Durante este periodo, se han creado departamentos de inteligencia artificial en las principales universidades del mundo y se han abierto numerosos centros de investigación en la materia, como en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), la Universidad de Edimburgo en Escocia y la Universidad de Osaka en Japón. Asimismo, se han fundado cantidad de empresas privadas dedicadas al desarrollo de la inteligencia artificial y sus aplicaciones, entre las que se encuentran Kurzweil Technologies y Shanghai Shenqing Industry.

El campo de la inteligencia artificial surge de la interacción entre varias disciplinas científicas, entre las que pueden mencionarse las neurociencias, la psicología cognitiva, las matemáticas, la biología evolutiva, las ciencias de la computación y la lógica. Si bien no existe una definición universalmente aceptada sobre el contenido y los alcances de esta disciplina, puede decirse, en una primera aproximación, que la inteligencia artificial se enfoca a estudiar procesos observados en la

naturaleza que pueden clasificarse como "inteligentes", entre los que están los mecanismos de comportamiento que aseguran la supervivencia y la adaptación de seres vivos a medios cambiantes y, particularmente, ciertas funciones específicamente humanas como la adquisición y el empleo del lenguaje natural, las formas en que los hombres resuelven problemas mediante representaciones simbólicas (lógicas o matemáticas), y la manera en que se estructura y opera el conocimiento —desde el sentido común hasta las teorías científicas—; todo ello con el objetivo de implantar o reproducir estos esquemas y procedimientos en un programa de computadora o en algoritmos para regular la acción de robots. Aunque desde un punto de vista un tanto más riguroso, Ángel Fernando Kuri Morales define la inteligencia artificial como "un área de estudio que tiene por objetivo resolver problemas complejos para los cuales no se conocen soluciones algorítmicas exactas computables en la práctica, ya sea por sus grandes dimensiones, su complejidad estructural, o por los niveles intrínsecos de incertidumbre de los datos que manejan".

La inteligencia artificial, desde su origen, es de naturaleza interdisciplinaria: el abordaje de los problemas en este campo requiere volver los ojos constantemente hacia la neuroetología, las ciencias de la conducta, la neurofisiología, las ciencias computacionales, la psicología cognitiva, las matemáticas, la lógica y las teorías del aprendizaje. Por ello, en la actualidad la inteligencia artificial ofrece potentes recursos que encuentran aplicación en diversas áreas del quehacer humano, ya sea en el campo de la producción económica, la educación, la investigación científica, los estudios sociales o la gestión administrativa.

El vertiginoso desarrollo de las ciencias computacionales y las tecnologías de la información ha demandado la creciente incorporación de la inteligencia artificial a todo tipo de procesos y dispositivos: desde algoritmos inteligentes que auxilian en la selección de personal en una empresa o en la asignación de horarios y salones en una escuela, hasta los dispositivos computacionales integrados a los autos y las lavadoras de modelo reciente, pasando por una gama de programas inteligentes en las computadoras personales y aquellos integrados en la operación de la web.

¿Qué esperar de la inteligencia artificial?

La inteligencia artificial es una disciplina que se ubica en el territorio de las nuevas ciencias o las ciencias de la complejidad, mismas que abren el camino hacia el establecimiento de un nuevo paradigma. Desde esta perspectiva, el estudio de la inteligencia artificial nos ofrece elementos para apropiarnos de estas nuevas formas de pensar el mundo y, en consecuencia, es esencial la incorporación de esta materia en los estudios universitarios. Esto es de importancia primaria en nuestro medio, ya que en casi todas las áreas de las ciencias computacionales —incluyendo la inteligencia artificial— somos simples consumidores de "paquetes" de saber y de hacer, quedando rezagados con respecto a la generación de conocimiento que, resignificado y adaptado a nuestra realidad, podría servir de plataforma para desarrollar creativamente la ciencia en este dominio, en torno a nuestros propios intereses y necesidades.

Las teorías y métodos de la inteligencia artificial constituyen una herramienta que multiplica el potencial intelectual de los investigadores. Colaborando con médicos, sociólogos, psicólogos, biólogos y especialistas

en investigación educativa he podido constatar cómo, aplicando técnicas y métodos derivados de la inteligencia artificial, es posible encontrar mejores modelos explicativos de los fenómenos o procesos bajo estudio, descubrir relaciones insospechadas entre variables, aprender nuevos conceptos a partir de bases de datos, e incluso sugerir hipótesis no contempladas inicialmente por el investigador.

De la inteligencia artificial podemos esperar aportaciones en: 1) el terreno de sus aplicaciones —en los procesos productivos, la medicina, la educación, el desarrollo tecnológico, etcétera—; 2) el dominio teórico, al ser una de las puertas de entrada al nuevo paradigma derivado de las ciencias de la complejidad y por su valor como instrumento auxiliar en la investigación científica; 3) la educación, al formar parte de paradigmas educativos alternos, como el "pensamiento computacional".

De todo ello resulta la enorme importancia que reviste el cultivo de la inteligencia artificial, sin perder de vista su adecuación a las necesidades, valores y perspectivas propios de nuestro contexto nacional y local. La inteligencia artificial tiene un vasto campo de aplicaciones que, debidamente explorado, ofrece amplias perspectivas en el horizonte del desarrollo científico y tecnológico nacional. Es una suerte que en varias universidades y centros de investigación del país, entre los que destaca la Universidad Veracruzana, se cultive esta disciplina. Desde 1994, esta casa de estudios cuenta con un programa de inteligencia artificial que incluye la docencia y la investigación. La actividad se desarrolla en el Centro de Investigación en Inteligencia Artificial de la Facultad de Física e Inteligencia Artificial, la cual se integra de una planta académica de quince investigadores docentes y ofrece actualmente la Maestría y el Doctorado en Inteligencia Artificial, incluidos en el padrón del CONACYT.

Cáncer de mama e inteligencia artificial

Nancy Pérez-Castro*

Durante el mes de octubre de cada año es común ver a personas que usan moños rosas en la ropa o gente que organiza carreras o caminatas para reunir fondos y apoyar la lucha contra el cáncer de mama. Programas de televisión, radio, redes sociales, equipos deportivos y diversas organizaciones se unen a esta causa a través de diferentes eventos o del lanzamiento de productos para recaudar dinero. Oficialmente el 19 de octubre se celebra el Día Internacional de la lucha contra el Cáncer de Mama, el cual surge como iniciativa para concientizar a la población sobre dicha enfermedad.

El cuerpo humano se encuentra formado por múltiples elementos denominados células, generadas para desempeñar una función específica en el organismo. En algunas ocasiones pueden tomar formas anormales y dañinas que son capaces de dividirse rápidamente

*Estudiante del Doctorado en Inteligencia Artificial en el Centro de Investigación en Inteligencia Artificial (CIIA), Universidad Veracruzana.

y propagarse en diferentes zonas, formando una acumulación de masa o nódulo que, por lo general, es conocido como tumor.

El cáncer de mama o de seno es la formación de tumores malignos en las células de las glándulas mamarias, a las que invaden produciendo severos daños. Según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) la incidencia de este tipo de cáncer es más alto y común en las mujeres, pero los hombres también lo pueden padecer. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), esta variante representa 16% de todos los cánceres femeninos en el mundo, estimando 1.38 millones de casos nuevos cada año. En naciones desarrolladas el padecimiento se presenta con mayor frecuencia, pero en las de bajos y medios ingresos como México el impacto es mayor. En nuestro país 15.81% de cada cien mil mujeres de veinticinco años y más padecen cáncer mamario.

El cáncer de mama puede ser ocasionado por múltiples agentes. La OMS ha dado a conocer distintos factores de riesgo de la enfermedad, entre los que se encuentran: antecedentes familiares, aspectos reproductivos asociados a una exposición de estrógenos, consumo de alcohol, tabaquismo, sobrepeso, obesidad y falta de actividad física. El estilo de vida, la alimentación, así como algún elemento de riesgo incrementan la probabilidad de padecerlo.

Actualmente no se conoce una forma segura de prevenir el cáncer de mama, sin embargo existen determinadas actividades que podemos llevar a cabo para reducir los riesgos o detectar la enfermedad en etapas tempranas. Algunos factores de riesgo pueden ser atacados si se decide cambiar malos hábitos de alimentación, incrementar la actividad física o evitar

consumir determinados productos dañinos para la salud como alcohol y tabaco. En cuanto a la detección temprana, la OMS recomienda la autoexploración mamaria, la mamografía anual o un examen clínico de las mamas. En países de altos ingresos la OMS sugiere campañas de prevención enfocadas a la realización de mastografías, mientras que en los países de bajos y medios ingresos propone el uso de la autoexploración como técnica de detección de lesiones palpables.

De acuerdo con el INEGI, en México se tiene acceso a dos tipos de mamografía: la primera denominada tamizaje, que permite la detección temprana de cáncer de mama a mujeres aparentemente sanas; y la segunda denominada diagnóstico, que se realiza como parte de la evaluación del estado de salud de la mujer cuando se tiene la sospecha o ya se presentan ciertos síntomas clínicos de cáncer de mama. La mamo-grafía es una herramienta invasiva sumamente efectiva en la detección, sin embargo, requiere de personal altamente capacitado. Desafortunadamente, al ser muy costosa, no se encuentra disponible en muchas zonas geográficas. La cobertura de la mamografía es mayor entre las mujeres que radican en zonas urbanas, provocando que en las zonas rurales tengan menor oportunidad de acceder a este tipo de servicios de detección.

Aunque la mamografía ha sido considerada como la herramienta "de oro" para detectar el cáncer de mama, existen otras que han coadyuvado a ello, como la detección asistida por computadora, ultrasonido, imágenes de resonancia magnética (MRI, por sus siglas en inglés), tomografías por emisión de positrones (PET, por sus siglas en inglés), imágenes de impedancia eléctrica, biopsia de aspiración con aguja fina (FNA, por sus siglas en inglés) e imagen termográfica digital infrarroja (ITDI),

generalmente conocida como termografía.

Inteligencia artificial (IA) contra el cáncer de mama

La Facultad de Física e Inteligencia Artificial de la Universidad Veracruzana y el oncólogo Enrique Martín del Campo han unido conocimientos en dos grandes áreas que son la medicina y la inteligencia artificial para ofrecer evidencias del uso de la termografía como una posible herramienta complementaria para la correcta detección del cáncer de mama. Por su parte, el oncólogo aporta datos de casos reales de la enfermedad donde se tiene información de estudios termográficos realizados a cada paciente. La termografía resulta ser una técnica no invasiva, no radiante, rápida, indolora y, actualmente, de costos más accesibles que en años pasados.

La termografía funciona tomando imágenes infrarrojas de las mamas, donde es posible ver los cambios térmicos producidos por la piel. En la década de 1980, la termografía había sido autorizada como herramienta complementaria para el diagnóstico, sin embargo, poco a poco se fue perdiendo el interés por su uso. Actualmente, con los avances en la tecnología de las cámaras infrarrojas, surge la disposición por evaluar el desempeño de dicha herramienta.

Estudiantes y profesores del Centro de Investigación en Inteligencia Artificial han hecho uso de los datos proporcionados por el oncólogo para procesarlos a través de diversos métodos que puede resultar tedioso y complejo de explicar; no obstante, dichos métodos son capaces de aportar información relevante sobre indicadores de sensibilidad (porcentaje de casos enfermos) y especificidad (porcentaje de casos sanos) del uso de la termografía. Se encontró que la termografía era capaz de detectar con mayor facilidad aquellos casos que

realmente presentaban la enfermedad, mientras que los casos sanos eran más difíciles de detectar. Con el apoyo de los métodos de procesamiento de datos se logra evidenciar que la termografía sí puede ser una herramienta complementaria de otra técnica de detección para incrementar la exactitud de un diagnóstico.

Los métodos utilizados para procesar datos termográficos forman parte de una amplia gama que se encuentra en el área denominada como Minería de Datos; dicha área intenta encontrar información que no es tan evidente para el ser humano. La Minería de Datos otorga información de predicción de un fenómeno a partir de una muestra de datos, en este caso, de datos termográficos para detectar si un paciente presenta o no cáncer de mama; aunque cabe aclarar que el área es relativamente joven y no intenta sustituir el diagnóstico de un médico, más bien intenta apoyarlo en este sentido.

Para finalizar, me resta mencionar que el cáncer de mama es una enfermedad que se puede presentar en nuestra madre, amigas, vecinas, novias o mujeres cercanas de nuestra vida, por lo tanto, hay que concientizarse y tratar de disminuir los factores de riesgo antes mencionados mediante la incorporación de hábitos saludables y decir sí a la autoexploración.

El experto adivinador

Carlos Rubén de la Mora Basáñez*

Hace tiempo había un juego de adivinar un personaje entre varios. En el colegio, la cosa bien podría ir así:

Mario: Adivina en quién estoy pensando.
Teresa: No sé… ¿es hombre o mujer?
Mario: ¡Es mujer!
Teresa: ¿Tiene pelo largo o corto?
Mario: Tiene pelo corto.
Teresa: Mmmm… ¿tiene pelo claro u oscuro?
Mario: Oscuro.
Teresa: ¡Ya mero doy! Mmmm… ¿tiene ojos cafés?
Mario: Sí.
Teresa: ¿Usa lentes?
Mario: ¡Órale! ¿Cómo lo sabes?
Teresa: ¡Es Rocío!, la de tercero B.
Mario: ¡Sí! ¿Cómo le hiciste?

*Investigador y coordinador del Centro de Investigación en Inteligencia Artificial (CIIA), Universidad Veracruzana.

Seguro que a nosotros se nos podrían ocurrir preguntas diferentes y llegaríamos a la respuesta correcta, pero ¿podríamos hacerlo más rápido que Teresa? Hay un tipo de jugadores a los que les encanta esta clase de juegos, no queda duda de que son los jugadores por excelencia: los matemáticos.

Aunque para muchos las matemáticas son muy aburridas, los matemáticos juran y perjuran que se divierten con ellas. De repente se hacen preguntas que pueden parecer un poco raras, y es que, la verdad, piensan un poco al revés; por ejemplo, más que interesarles si la respuesta correcta es Rocío o Amalia, a un matemático le preocuparía más saber cosas como: ¿cuál será el conjunto mínimo de preguntas para adivinar en quién está pensando Mario?, ¿cómo sé si mis preguntas son mejores que las de Teresa?, ¿cuál es la pregunta que da más información?, ¿qué mido para saber qué tan importante es una pregunta?

El asunto de las adivinanzas, además de divertido, es realmente interesante, pues puede aplicarse en otros campos. Podríamos adivinar, por ejemplo, sobre el clima, el cultivo de plantas, las finanzas, la química o la salud: ¿qué preguntas haría un médico para diagnosticar a un paciente? O mejor aún (o peor aún), imagina que encuentras a una persona herida en una comunidad alejada de un hospital en donde no hay médicos a la redonda, pero hay una computadora. ¿Qué preguntas debería hacer la computadora para ayudar a tener el diagnóstico de la persona herida? Supón que esa computadora tuviera un programa que pudiera hacer una serie de preguntas, algo así como:

Computadora: ¿Respira el paciente?
Persona: Sí.
Computadora: ¿Está consciente?
Persona: No.
Computadora: ¿Tiene una herida?
Persona: Sí.
Computadora: ¿Herida en la cabeza?
Persona: No.
Computadora: ¿Herida en el abdomen?
Persona: Sí.
Computadora: ¿Herida profunda?
Persona: Sí.
Etcétera.

De esta manera, recibiendo respuestas "sí" o "no", el programa podría, al fin, proporcionar una respuesta que el usuario no conocía: "Diagnóstico: hemorragia interna grave. Sugerencia: vaya de urgencia a un hospital", lo cual, en nuestro ejemplo es obvio, pero ¿es posible tener un sistema así?

Un sistema que funciona más o menos así se llama Sistema Experto. Entre 1970 y 1980 se desarrolló MYCIN, un sistema para consulta y diagnóstico de enfermedades infecciosas de la sangre que contaba con más de quinientas reglas. MYCIN dejó de utilizarse por diversas razones, una de ellas es una cuestión legal: si el diagnóstico que proporciona la computadora es equivocado, ¿quién es el responsable?, ¿el médico o el programador? Los sistemas expertos siguen utilizándose en infinidad de campos, desde las finanzas hasta el control de centrales nucleares.

Al final de cuentas, ¿cómo saber qué características son relevantes para resolver un acertijo?, ¿en qué orden

preguntar para que sea lo más eficiente posible?, ¿qué característica es la más importante de todas?

Ross Quinlan, un investigador en Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial ideó, en 1983, un algoritmo que ayuda a resolver este problema sin importar si hablamos de medicina, agronomía o el estado del tiempo. Un algoritmo es una "receta" que permite obtener un resultado. Por ejemplo, la receta o conjunto de indicaciones para llegar a un lugar sin riesgo de perderse, son algoritmos; o la manera en que multiplicamos y dividimos es también un algoritmo, ya que utilizamos una serie de procedimientos que nos enseñaron en la primaria.

La "receta" que inventó Quinlan requiere como "ingredientes" los casos (es decir, ejemplos) particulares del tema del que estemos hablando, cada uno acompañado de sus características. En el caso de adivinar personas, Rocío es un caso particular de los amigos de Mario y tiene atributos que la identifican. Rocío: mujer, pelo corto y oscuro, ojos cafés, usa lentes. Otro estudiante de la escuela podría ser Raúl: hombre, pelo largo y negro, ojos cafés, no usa lentes. Y así necesitaríamos tantos renglones como amigos tuviera Mario y todos ellos son los ingredientes del algoritmo. De la "receta" de Quinlan, no resulta un pastel, sino un árbol de decisión.

En un árbol de decisión, cada vez que hacemos una pregunta sale una rama para cada posible respuesta. Si una pregunta tiene dos respuestas (por ejemplo, sí/no), entonces saldrán dos ramas. A cada pregunta que hagamos le llamamos nodo. Así, siguiendo los nodos y ramas trazaremos un camino hasta llegar a las "hojas". El camino seguido indicará las decisiones tomadas. Las hojas corresponden a cada uno de los casos o soluciones. En el juego de adivinar amigos, los nodos

representan las preguntas hechas por Teresa, la ruta a través de las ramas es la que Teresa siguió según las respuestas de Mario hasta llegar a Rocío, quien a su vez está representada por una hoja en este árbol. Para una escuela de quinientos alumnos necesitaríamos un árbol con quinientas hojas, una para cada estudiante y cada estudiante con una ruta desde el tronco.

A diferencia de un árbol normal, en un árbol de decisión las ramas crecen hacia abajo y el tronco está hasta arriba. La idea es empezar por "arriba" y terminar "abajo". Y aquí empieza lo aburrido (lo divertido, según los matemáticos). Para hacer más claro el algoritmo, lo aplicaremos a un ejemplo. Imaginemos que tenemos diez plantas y que, dadas las condiciones en que han sido cultivadas cada una de ellas, sabemos si han tenido flores o no. Aquí se presenta la información:

Caso	ATRIBUTOS			Clase terminal
	Tamaño	Relación con el medio ambiente	Cultivada con	
1	Pequeña	Aislada	Agua y abono	No florece
2	Mediana	En competencia	Agua y abono	No florece
3	Mediana	Aislada	Agua	Florece
4	Pequeña	Aislada	Agua	No florece
5	Grande	Aislada	Agua	Florece
6	Grande	Aislada	Agua y abono	Florece
7	Mediana	Aislada	Agua y abono	Florece
8	Grande	En competencia	Agua y abono	Florece
9	Mediana	En competencia	Agua	No florece
10	Pequeña	En competencia	Agua y abono	No florece

Aunque ya no se parece tanto al ejemplo de los amigos de Mario, es lo mismo: cada planta es un caso o ejemplo y cada una tiene sus atributos: tamaño de la planta (pequeña, mediana o grande), relación con el medio ambiente (aislada o en competencia), cultivada con

(agua, agua y abono); en vez de que las plantas tengan nombres como resultado de la adivinanza, a cada planta se le asocia una etiqueta: florece o no florece, que es lo que se quiere "adivinar".

Ahora la cuestión es: ¿qué pregunta haría primero un experto en plantas? Primero querría saber: ¿A) el tamaño de la planta, B) si creció aislada o en competencia, o C) con qué fue cultivada? La pregunta planteada formalmente es la siguiente: ¿cuál de los atributos (características) da mayor información sobre la clase terminal (resultado)? Y es aquí que viene lo interesante: sí existe una medida para valorar la información, se llama entropía informacional.

La entropía es una medida del ruido o desorden. Así que la entropía informacional es una medida del "desorden" en la información y varía entre 0 y 1. El valor 0 indica que no hay desorden en la información, mientras que el valor de 1 indica que la información está completamente desordenada, es decir, que no hay información que sacarle a los datos. De modo que una entropía de 0.25 es mejor que una de 0.75, ya que es mejor tener poco desorden. Para calcular la entropía de clasificación de un resultado posible (clase terminal: florece o no florece) dado el atributo A (digamos, tamaño de la planta) se utiliza la siguiente fórmula:

$$H(C|\mathrm{A}) = \sum_{j=1}^{m} p(a_j) \sum_{i=1}^{n} \ln_2 p(c_i \mid a_j)$$

No nos adentraremos más en esta expresión, aquí la ponemos de "adorno". Sólo diremos que nos permite calcular la entropía de clasificación de la clase terminal dados cada uno de los atributos, que en nuestro caso son tres.

H(Clase terminal|relación con medio ambiente)=0.8752
H(Clase terminal|tamaño de la planta)=0.4000
H(Clase terminal|cultivada con)=1.0000

Estos resultados los interpretaríamos así: para saber si una planta florece o no, los datos se encuentran desordenados en 0.8752 si la pregunta es la relación que tiene con el medio ambiente; en 0.400 si preguntamos el tamaño de la planta; y 1.0000 si la pregunta es con qué está cultivada. Como lo que se está calculando es la entropía, mientras mayor sea su valor, menos información proporciona el atributo y al revés. Por eso, de los tres atributos, el más informativo es el tamaño de la planta. Si queremos ser expertos adivinadores, conviene que ésta sea la primera pregunta que hagamos.

Ahora tenemos que repetir el proceso, pero quitando la columna relativa al tamaño de la planta. Así, nos quedarán dos atributos: B) Relación con el medio ambiente y C) Cultivada con. Gana la relación con el medio ambiente y se convierte en la segunda pregunta que conviene hacer para ser en verdad un experto adivinador.

El atributo de con qué se cultiva la planta tiene entropía cero, es decir que no proporciona ninguna información. Así que un experto adivinador no perdería el tiempo haciendo esta pregunta. En efecto, para este ejemplo, sólo se necesita hacer dos cuestionamientos para saber el resultado. Es claro que este ejemplo es pequeño y a lo mejor por inspección podríamos ser buenísimos adivinadores, pero si tuviéramos datos de, digamos, quinientos estudiantes cada uno con cuarenta atributos, ¿por dónde empezaríamos? Seguro hasta consideraríamos aprender matemáticas y entender esa fórmula (casi mágica) que nos permite resolver este tipo de problemas.

No obstante, hay que usarlo con cuidado; este algoritmo "adivinador" es muy poderoso y funciona independientemente de la aplicación que se trate, es por eso que ha sido tan importante en el desarrollo de muchos sistemas llamados "inteligentes". Control en plantas nucleares, clasificaciones en química, sistemas administrativos y financieros o juegos, son sólo algunos ejemplos de las áreas que se benefician con estos enfoques de la Inteligencia Artificial. El algoritmo ha sufrido cambios y hay otros cada vez más poderosos. Sin embargo, aunque creamos que la computadora y la tecnología son lo "inteligente", no debemos olvidar que todo está desarrollado por personas de carne y hueso con mentes naturales muy trabajadoras y capaces, como la tuya.

Una mirada a lo natural
(cómputo bio-inspirado)

Efrén Mezura-Montes*

La dinámica del mundo actual exige cada vez más la solución de problemas complejos, como los problemas de optimización, que consisten en encontrar la mejor solución de entre un conjunto de posibilidades (por ejemplo, hallar el camino más corto entre dos ciudades unidas por diferentes rutas) que con frecuencia se presentan en áreas como el diseño en ingeniería, control automático, calendarización de tareas y ruteo. El área de investigación de operaciones ofrece una gama de técnicas diseñadas para resolver este tipo de problemas. Existen también técnicas alternativas que pueden proveer una solución aceptable en un tiempo moderado, sin garantizar que ésta sea la mejor de todas. A estas técnicas se les conoce como heurísticas, las cuales pueden sugerir una solución razonablemente

*Profesor e investigador en el Centro de Investigación en Inteligencia Artificial (CIIA), Universidad Veracruzana.

buena para un problema determinado sin invertir mucho tiempo en ello.

A partir del esfuerzo paralelo de tres investigadores con diferentes motivaciones en la década de 1960 —John Holland en la Universidad de Michigan, Lawrence Fogel en la Universidad de California en Los Ángeles e Ingo Rechenberg en la Universidad Técnica de Berlín—, surgió el área conocida hoy como Computación Evolutiva, la cual engloba una serie de heurísticas basadas en la teoría neo-darwinista que emulan de una manera simple la evolución de las especies y la supervivencia del más apto. En estos algoritmos,[1] un conjunto de posibles soluciones a un problema de optimización es representado y evaluado de acuerdo con un valor de calidad que determina qué tan buena es una solución con respecto a otras. Estas soluciones, llamadas individuos, son escogidas con base en su valor de calidad o aptitud mediante un proceso de selección, de forma que las soluciones más aptas sean las que se reproduzcan, es decir, generen nuevas soluciones utilizando operadores de variación (recombinación y mutación, principalmente). Estos operadores son manipulaciones aleatorias de algunas de las partes de los individuos más competitivos y emulan la transmisión de características entre padres y descendientes. Finalmente, un proceso de reemplazo permite elegir entre padres e hijos a los que sobrevivirán para formar parte de la población de la siguiente generación (una iteración).

[1]Conjunto ordenado y finito de operaciones que permite hallar la solución de un problema.

Gracias a su simplicidad conceptual y de implementación, los algoritmos evolutivos han sido ampliamente aplicados en problemas donde los métodos de investigación de operaciones no han podido proveer soluciones competitivas o su aplicación se considera complicada.

A finales de 1980 y mediados de 1990 surgen, con diferentes motivaciones, otras técnicas evolutivas: la Programación Genética y la Evolución Diferencial. La primera, gracias al uso de estructuras de árbol para representar soluciones, se orienta a la optimización simbólica (optimización de código, de circuitos lógicos combinatorios, entre muchas otras aplicaciones), mientras que la segunda fue diseñada con base en elementos propios de optimización clásica en un esquema evolutivo para resolver problemas de optimización numérica.

A mediados de 1990, el área del Cómputo Evolutivo se extiende al surgir nuevos modelos inspirados en otros fenómenos encontrados en la naturaleza, diferentes a la evolución de las especies. Tales propuestas han sido agrupadas en un área conocida como Inteligencia Colectiva (en inglés *Swarm Intelligence*). En ella se distinguen dos paradigmas seminales: La Optimización Mediante Cúmulos de Partículas (*Particle Swarm Optimization* o PSO) y la Colonia de Hormigas. La primera está basada en las "coreografías" que forman algunas aves al moverse de un lugar a otro. Existe un líder que guía a la parvada, sus integrantes se comunican entre sí y cada uno de ellos toma decisiones de acuerdo con su propio conocimiento y al comportamiento de sus vecinos. La Colonia de Hormigas plantea el modelar diferentes comportamientos cooperativos encontrados en algunos tipos de hormigas. El modelo más conocido es el *Ant System*, que emula el comportamiento de forrajeo o búsqueda de comida de las hormigas al salir del nido, de forma que encuentran el camino más corto entre su nido y la fuente de comida. Esto se realiza mediante la comunicación indirecta entre hormigas con el depósito de una sustancia llamada feromona, que a su vez se evapora con el tiempo. Las hormigas que

vienen detrás preferirán aquellos caminos más cargados de feromona.

Recientemente se han propuesto nuevos algoritmos basados en comportamientos sociales en grupos de seres vivos simples, que en conjunto pueden resolver problemáticas muy complejas. Un ejemplo es la Colonia Artificial de Abejas, que emula la búsqueda del néctar de las flores por parte de estos insectos. Existe una comunicación en la colmena mediante danzas que indican la dirección y la calidad de las fuentes de alimento. De esta manera, las abejas son capaces de concentrar la búsqueda en aquellas zonas donde las fuentes de alimento son más abundantes.

La Optimización Mediante Cúmulos de Luciérnagas es otro modelo recientemente propuesto. En él, las luciérnagas se comunican unas con otras mediante la intensidad de su luz, de forma que aquellas que estén ubicadas en zonas con "mejores condiciones" atraerán al resto. Además, cada luciérnaga cuenta con un radio de visibilidad, por lo que este algoritmo favorece la formación de grupos, lo que se lleva muy bien con la optimización multimodal, donde se busca encontrar diferentes soluciones, todas de buena calidad. La Optimización Mediante el Forrajeo de Bacterias también es reciente. Los movimientos originados por los flagelos de la bacteria *E. Coli* le permiten nadar o cambiar de dirección dependiendo de lo favorable que sean las condiciones de la zona del ambiente en el que se encuentre. Este proceso ha sido modelado e incluido en un algoritmo de búsqueda en espacios complejos. Elementos de reproducción y eliminación de bacterias son también considerados en esta propuesta.

En el Laboratorio Nacional de Informática Avanzada, en Xalapa, Veracruz, se cuenta con un grupo de trabajo

dedicado al estudio, diseño y aplicación de este tipo de prácticas heurísticas, englobadas bajo el nombre de cómputo bio-inspirado, a problemas prácticos. Actualmente se tienen aplicaciones exitosas en áreas como el control automático, el diseño mecánico, el diseño electrónico y el registro de imágenes médicas.

Sin duda, el cómputo bio-inspirado, área joven dentro de la Inteligencia Computacional, es terreno fértil para la investigación básica y aplicada, y en el futuro cercano se vislumbra un crecimiento de la comunidad especializada en México.

Mundo biológico

La vida en las alturas
(plantas epífitas)
Valentina Martínez Valdés

Sexo en plantas
Jorge M. Suárez Medellín

Las tortugas
(entre los habitantes más antiguos)
Jesús Altamirano Morales
Gilberto Silva López

La vida en las alturas (plantas epífitas)

Valentina Martínez Valdés*

Era 1799 cuando un alemán aventurero y explorador llegaba a tierras latinoamericanas. Para alguien cuya referencia de flora eran los poco diversos bosques de hayas, encontrarse con una vegetación exuberante con diferentes tonalidades de verde y varios tipos de plantas debió ser algo sorprendente. "El bosque sobre el bosque", fueron algunas de las palabras utilizadas por el naturalista Alexander von Humboldt para describir su impresión al estar por primera vez ante una selva tropical.

En realidad, ese segundo piso verde en las alturas que observó von Humboldt se refería a las epífitas, un grupo de plantas especializadas que, con limitadas condiciones para la sobrevivencia (poca agua y sustrato, extrema radiación solar y un reducido acceso a nutrientes), nos dan ejemplo de lo fascinante y extraño que puede ser el mundo vegetal.

*Maestra en Comunicación Ambiental, Universidad Sueca de Ciencias Agrícolas.

Sin embargo, ¿cómo es posible que estas especies puedan sobrevivir sin echar raíces en el suelo?, ¿de dónde obtienen sus nutrientes?, ¿cómo le hacen para obtener agua?

Tal vez la primera impresión que la mayoría de las personas tiene de las epífitas, es que son plantas parásitas por el simple hecho de encontrase encima de las ramas y troncos de los árboles. En realidad, son organismos que se han adaptado a vivir por sí mismos en condiciones ambientales inestables. A diferencia de las parásitas, cuyas raíces entran a los tejidos de las ramas causando daño a sus hospederos, las epífitas utilizan a éstos sólo como medio de soporte. En este grupo de plantas se incluyen muchas especies de bromelias, orquídeas y helechos.

Al situarse en un ambiente aéreo, lejos del suelo, han efectuado una serie de interesantes adaptaciones físicas para poder sobrevivir. Thorsten Krömer, especialista en epífitas e investigador del Centro de Investigaciones Tropicales (CITRO) de la Universidad Veracruzana (UV), explica, por ejemplo, cómo es que en ausencia de sustrato pueden conseguir nutrientes. En el caso de muchas bromelias, la estructura de sus hojas en forma de roseta les ayuda a atrapar tanto el agua como la hojarasca que cae, formándose así una alberca de minerales que les permite obtener parcialmente algunos de los elementos que necesitan para crecer.

Por otra parte, al vivir en la copa de los árboles, donde los rayos directos del sol pueden quemar o deshidratar a cualquiera, las epífitas han modificado algunas de sus partes para enfrentar la sequía y la radiación solar extrema. Ciertas orquídeas tienen tallos engrosados, llamados pseudobulbos, que capturan y almacenan agua con su tejido esponjoso, como si fueran una especie de tinacos.

Los helechos no se quedan atrás; algunos de ellos pueden sobrevivir sin agua por largos periodos de tiempo, gracias a una combinación de mecanismos metabólicos y estructurales. "Hay helechos que tienen formas para aguantar una pérdida de agua hasta de 95%. Así que les es posible deshidratarse casi por completo y verse como muertas, pero después de una noche de lluvia pueden abrirse otra vez, son cosas muy fascinantes", asegura Krömer.

Tal vez podríamos admirarnos —al igual que von Humboldt— ante lo desconocido, si supiéramos que muchas epífitas contienen en sí un microcosmos diverso. Al contar con reservorios de agua y nutrientes, una gran variedad de animales se asocia a ellas. "Los tanques de agua que se forman son muy importantes para la fauna. En Costa Rica hay, por ejemplo, una rana que cumple todo su ciclo de vida en bromelias; si se muere la planta, también se muere la rana", explica el investigador.

Además, entre la tierra y la hojarasca que se acumula en estos tanques vive una multitud de insectos que, junto con las epífitas, juega un importante papel ecológico en el bosque. La fauna que habita la copa de los árboles interactúa con las epífitas de diferentes formas, no nada más para obtener líquido vital, sino porque en ellas también encuentra recursos de alimentación y de hábitat.

Para conocer más acerca de dicha microbiodiversidad, Thorsten Krömer y su equipo de investigación han dedicado muchas horas de estudio. Valeria Guzmán Jacob, integrante de este equipo, analizó, como parte de su tesis de maestría en Ecología Tropical, a los artrópodos asociados a tres diferentes especies de bromelias en el bosque de niebla y acahual, cerca de Xalapa. Lo que encontró fue una increíble gama de más de dos mil

seiscientos bichos, desde arañas, escarabajos, moscas y escorpiones, hasta organismos minúsculos como larvas. Las epífitas no sólo nos otorgan un espectáculo visual por sus variadas formas y bonitas flores, también desempeñan un rol destacado dentro de los ecosistemas.

Las epífitas pueden caer de manera natural al suelo, ya sea por fuertes lluvias o por viento. Al encontrarse en el piso húmedo, su destino suele ser la muerte por putrefacción. El hecho de ver gran cantidad de especies epífitas tiradas llamó la atención de Krömer durante su trabajo en Los Tuxtlas. "En tres meses si nadie las recoge la mayoría están muertas; por qué entonces no aprovecharlas, ya que muchas de ellas son orquídeas o bromelias bonitas con valor ornamental", comenta.

En consecuencia, junto con Esteban Francisco Ventura, estudiante de maestría en Ecología Tropical, realiza un estudio sobre el aprovechamiento de epífitas caídas en esa región. "Lo que estamos haciendo es ver exactamente la cantidad de plantas que caen mensualmente durante un año; y luego en otra fase queremos ver cuáles de éstas se podrían cultivar para que la comunidad de Ruiz Cortines, en Los Tuxtlas, pueda aprovecharlas", señala el académico. Con esta alternativa se estaría contribuyendo a frenar que las epífitas sean extraídas directamente de los árboles para su posterior venta como plantas decorativas.

Como parte del proyecto, en colaboración con la doctora Rebeca Menchaca García, responsable del Orquidario-UV, se ha construido un vivero rústico con la idea de que se convierta en un centro de capacitación para el cultivo de epífitas, pues su propagación, aunque depende de la especie, no es tan difícil. "Muchas tienen un crecimiento clonal, es decir, que de una planta madre salen hijuelos. Otras, como las bromelias, se pueden

reproducir por semillas; obviamente, esto tarda mucho más. Si lo haces por este medio, puedes llegar a tardar hasta cinco años en obtener una planta disponible para su venta", finaliza Krömer.

De esta manera, las epífitas dan cuenta de lo fascinante que puede ser la naturaleza y nos hacen reflexionar sobre la interacción humana con su medio. Este grupo de plantas no está exento de amenazas. Aparte de la sobrecolecta, la deforestación es otro de los problemas directos que lo afectan, especialmente en la zona centro del estado de Veracruz. Ante esto, investigaciones como las realizadas en el CITRO permiten conocer y, al mismo tiempo, proponer estrategias que posibiliten que las epífitas continúen con la función trascendental que desarrollan en los ecosistemas tropicales. Después de todo, von Humboldt seguiría maravillado del mundo vegetal.

Sexo en plantas

Jorge M. Suárez Medellín*

Es un hecho por todos conocido que cuando el invierno retira su helado manto de nuestro hemisferio y cede su lugar a la primavera, ocurren cosas sorprendentes. Flores, abejas y pajarillos se hacen presentes, inundando el aire de un juguetón sentimiento que contagia a todos los hijos de natura sin importar especie, credo, gusto o filiación. Es entonces cuando la llamada del regordete cupido se vuelve aún más irresistible y nos urge a llevar un ramillete de hermosas flores al objeto de nuestro afecto, con el fin de predisponer su favor. Pero, ¿qué es lo que motiva la abundancia de rosas, margaritas, prímulas, jazmines y claveles en jardines, florerías y amorosos ramos? La respuesta es obvia: el sexo. Y es que el sexo es mucho más que uno de los pasatiempos favoritos del ser humano y demás miembros del reino animal; de hecho, su llamado es escuchado por una amplia variedad de seres

*Técnico Académico del Centro de Investigaciones Cerebrales (CICE), Universidad Veracruzana.

vivos que van desde los paramecios[1] hasta las levaduras, pasando por todo tipo de vegetales.

[1]Organismo unicelular considerado entre los eucariotas más antiguos sobre la Tierra.

Probablemente, la sola idea de que las plantas sean sexualmente activas le parezca escandalosa a más de uno, pero es un hecho conocido desde 1694, cuando el médico y botánico alemán Rudolf Jakob Camerarius publicó su célebre *De sexu plantarum epistola* (epístola acerca del sexo de las plantas).

Imagino las dudas que al oír acerca del sexo de los vegetales surgirán entre los más curiosos: "¿Y cómo le hacen, por ejemplo, dos zanahorias para consumar su pasión?" Estas y otras interrogantes serán respondidas a continuación, pero antes es necesario establecer qué es el sexo y cómo se distingue de otras formas de reproducción.

Sexo en vegetales

Para empezar habría que reconocer que, a diferencia de lo que sucede con los animales, los vegetales no dependen exclusivamente del sexo para multiplicarse. En términos generales, la reproducción de las plantas puede ser de tres tipos: vegetativa, a través de esporas y por gametos o estrictamente sexual.

La reproducción vegetativa ocurre cuando un trozo de la planta, digamos una rama o un acodo, se separa del cuerpo del vegetal y enraíza por su cuenta dando lugar a un individuo nuevecito.

Otra forma de reproducción es la que se produce a través de esporas asexuales. En este caso, las esporas son estructuras especializadas que se dispersan por diversos medios como el aire o el agua, y que al encontrarse con

las condiciones adecuadas germinan dando lugar a un nuevo organismo. La ventaja principal de la esporulación es que representa un mecanismo excelente para la dispersión geográfica de los vegetales, especialmente si tomamos en cuenta la proverbial inmovilidad de este tipo de organismos.

Cabe mencionar que una característica importante tanto de la reproducción vegetativa, como de la reproducción mediante esporas asexuales, es que las plantas "hijas" son genéticamente idénticas a sus "madres". Es decir, son clones entre sí.

En la reproducción sexual se requiere de la presencia de células reproductoras especializadas conocidas como gametos, que sirven como vehículo de la información genética de cada uno de los padres hacia las plantas hijas. En términos generales, se definiría al sexo como la acumulación dentro de una célula individual de los genes derivados de dos células distintas. En contraste con lo que ocurre en los dos modelos anteriores de reproducción, los padres y los hijos son genéticamente diferentes, lo cual incrementa la diversidad y, por consiguiente, las posibilidades de cada individuo de sobrevivir a cambios imprevistos en el ambiente.

De hecho, podría considerarse al sexo como un proceso adaptativo más que sólo una forma de reproducción. Una planta puede reproducirse asexualmente obteniendo muchísimas copias idénticas de sí misma que, en teoría, podrán sobrevivir en condiciones ambientales semejantes a las de su progenitora. Sin embargo, si estas condiciones se modificaran, por ejemplo, si aparecieran nuevas plagas o hubiera cualquier cambio en el microclima en donde se encuentra sembrada, entonces sus probabilidades de

sobrevivir disminuirían considerablemente. La ventaja del sexo es que, al ser los nuevos individuos distintos de sus progenitores, es más probable que alguno de ellos tenga características que le permitan adaptarse a las nuevas condiciones que la rodean.

¿Qué tiene todo esto que ver con las flores? Las flores son los órganos sexuales de las plantas, pertenecientes al grupo conocido como angiospermas, es decir, aquellas plantas que, entre muchas otras características en común, son las únicas que presentan flores. Formadas por un conjunto de hojas modificadas, las flores son la parte de la planta encargada del sexo; presentan tal diversidad que gran parte de la clasificación botánica se basa en sus características, desde los tiempos de Carlos Linneo (S. XVIII), el padre de la taxonomía. Desde el punto de vista meramente morfológico, una flor completa está formada por un pedúnculo que la une al tallo, dos envolturas florales (el cáliz y la corola) y las partes propiamente sexuales (el androceo y el gineceo). Sin embargo, también existen flores que no poseen todas sus partes y reciben el nombre de incompletas.

Quizás lo más vistoso de la flor sean el cáliz y la corola, formadas respectivamente por sépalos y pétalos, pero sin duda la porción principal —por lo menos desde el punto de vista reproductivo— es la constituida por el gineceo y el androceo. El gineceo, llamado también pistilo, es la parte femenina de la flor; está formado por una o varias hojas modificadas o carpelos, y consta de tres segmentos: estigma, estilo y ovarios. A diferencia de lo que ocurre en los animales, en los ovarios se encuentran los óvulos, los cuales no son los gametos femeninos, sino el órgano en el cual se encuentran. El androceo representa la parte masculina de la flor y está constituido por los estambres, divididos a su vez en

filamento y antera. En las anteras se produce el polen que contiene los gametos masculinos de la planta.

Cuando la flor tiene todas sus partes, se dice que es completa y, por lo tanto, presenta ambos sexos, pero también es posible que sólo tenga órganos femeninos o masculinos, en cuyo caso sería una flor incompleta o unisexual. En cuanto a la planta, como un organismo en sí mismo, el panorama es más interesante; dependiendo de la especie cada individuo puede tener: sólo flores masculinas, sólo flores femeninas, una mezcla de flores masculinas y femeninas, o bien puras flores hermafroditas.

Pero, ¿cómo es posible que los vegetales logren concretar su acto de amor sin necesidad de cenas románticas, chocolatines o copas de champaña a la luz de la luna? El paso de polen a través del estigma de la flor hasta los óvulos, cuyo efecto principal es la fecundación de los mismos, recibe el poco romántico nombre de polinización, y ocurre gracias a una variedad de vectores, tanto vivientes como inanimados. Entre los principales agentes polinizadores tenemos al viento y al agua, así como a distintos insectos como abejas, moscas, mariposas y escarabajos, además de colibríes, murciélagos y, en casos extremos, hasta ratones y monos.

Muchas de las características distintivas de las flores, como su color y aroma, han evolucionado para atraer a sus polinizadores específicos. Y, curiosamente, eso no siempre es tan agradable como sucede, por ejemplo, con la planta originaria de Sumatra, la *Amorphophallus titanum*, cuya enorme flor despide un fuerte olor a carne podrida que atrae a las moscas que le servirán como polinizadores. Por fortuna, existen muchas otras flores que despliegan una amplia gama de colores alegres y dulces aromas para atraer a abejas y mariposas.

Así que ya lo saben, cuando nos acercamos a una bella dama para ofrecerle un coqueto ramo de flores, lo que estamos haciendo en realidad es mostrarle los órganos sexuales de una planta.

Las tortugas (entre los habitantes más antiguos)

Jesús Altamirano Morales*
Gilberto Silva López**

Las tortugas han sido consideradas como ejemplo de longevidad, estabilidad y paciencia. En los mitos y leyendas de varias culturas, estos animales llevan al mundo en su caparazón o soportan los cielos. Los ejemplos son muchos y variados. En algunos cuentos africanos de hadas se considera el animal más inteligente, y los egipcios lo plasmaron en su cerámica y en su arte en general, además de usar sus caparazones y órganos en la medicina. Los antiguos sumerios expusieron algunas de sus virtudes en "La garza y la tortuga", un cuento que sobrevive hasta nuestros días.

*Licenciado en Biología, Universidad Veracruzana.
**Investigador en el Instituto de Investigaciones Biológicas, UV.

Según la mitología de la Grecia antigua, el dios Hermes utilizó el caparazón de una tortuga para inventar la lira, y muchas personas conocen la fábula de "La tortuga y la liebre", de Esopo. Igualmente, este animal tiene diversos significados en la cultura china, como en el *Libro de las*

ceremonias, en el que la tortuga, el rinoceronte de un cuerno, el fénix y el dragón son las cuatro entidades que poseen espíritu; en esta misma cultura, la parte trasera de la casa se representa por la tortuga negra en los principios del feng shui, lo que significa soporte para el hogar, la vida familiar y las relaciones personales.

En la India, un avatar de Vishnú es Kurma, la tortuga gigante; en Japón este reptil representa el cielo para los inmortales y la montaña del mundo, simbolizando asimismo la longevidad, la buena suerte y el apoyo. La tortuga tiene también un papel importante en las culturas antiguas mesoamericanas, como el caso del *ayotl* (tortuga en náhuatl, aludiendo al caparazón) y su uso como instrumento al percutirlo con un asta de venado o con un palo en ambos lados de la concha.

También en la ficción y la literatura modernas se pueden encontrar ejemplos referentes a este animal. Tal es el caso de *Las viñas de la ira*, del novelista norteamericano John Steinbeck, donde utiliza la tortuga como ejemplo de resolución y persistencia. Asimismo, en las novelas fantásticas del inglés Terry Pratchett, en las que el Mundodisco (*Discworld*) es cargado por cuatro elefantes que descansan a su vez en el lomo de la gran tortuga A'Tuin. El escritor de novelas de horror Stephen King, en su serie de libros *La Torre Oscura*, describe a la tortuga Maturin como uno de los doce guardianes que sostienen las vigas de la Torre. Éstos y muchos otros ejemplos antiguos y modernos forman parte de la cultura de la humanidad y se refieren a uno de los animales más extraordinarios y antiguos del planeta.

Viejos habitantes

Las tortugas ya eran arcaicas en nuestra Tierra en el momento en que desaparecieron del registro geológico

el Hombre de Neanderthal (*Homo neanderthalensis*), hace unos veinticinco mil años, y el *Homo floresiensis*, hace unos doce mil años, las otras dos especies humanas que cohabitaron con nuestra especie, *Homo sapiens*. De hecho, los expertos han estimado que el grupo de las tortugas tiene una antigüedad de unos ¡doscientos millones de años!

En ese momento, en la era paleozoica, las tortugas y los reptiles en general se originaron de los anfibios. En conjunto, se les considera como los primeros vertebrados que se adaptaron plenamente a vivir fuera del agua durante largos periodos. Los reptiles son animales acuáticos o terrestres, de piel seca, cubierta con escamas que mudan conforme aumentan de tamaño. Como ha ocurrido casi desde sus inicios como grupo, algunos reptiles no tienen patas, como las serpientes; otros las tienen cortas y fuertes, como los cocodrilos y las tortugas. Son animales que requieren de energía exterior para regular su temperatura, y por eso se les llama ectotérmicos. Por esta particularidad se puede observar frecuentemente a las tortugas, cocodrilos, camaleones o serpientes yaciendo sobre troncos, rocas o áreas despejadas, donde los rayos del sol caen sobre ellos directamente y, de esta forma, obtienen calor para sus procesos orgánicos. De igual modo, en los ranchos o zonas naturales es común observar a grupos de garrobos o iguanas asoleándose plácidamente, como si estuvieran disfrutando el sol en alguna exótica playa.

Los cocodrilos, serpientes, lagartijas y tortugas (marinas, de agua dulce y terrestres) constituyen el grupo de los reptiles. En particular, los cocodrilos y las tortugas son de los animales más antiguos que existen en la actualidad. A pesar de los millones de años transcurridos desde su origen, han experimentado muy pocos cambios

en su estructura general. Los antiguos fósiles encontrados en diversos países de América del Sur, África, Australia, China y México lo demuestran, por lo que constituyen excelentes ejemplos naturales de diseño estructural y funcional a través del tiempo.

Aún no se sabe con exactitud si las tortugas tuvieron su origen en el agua o en la tierra. No obstante, recientemente un grupo de investigadores, encabezado por el doctor Chun Li, halló en China restos fósiles que datan del triásico superior, lo que parece confirmar que las primeras tortugas se originaron en el mar hace unos doscientos millones de años.

Las tortugas habitan solamente en las zonas tropicales y subtropicales del planeta. Muchas viven en el agua, como las marinas o aquellas que viven en aguas continentales (ríos, arroyos, lagos o lagunas); otras son más bien terrestres, cuyo ejemplo más conocido es el de la tortuga Galápagos, la especie terrestre de mayor tamaño. Entre las de aguas continentales, también llamadas tortugas de agua dulce o dulceacuícolas, se encuentran la tortuga blanca o la tortuga casquito, que habitan en zonas lagunares costeras de Alvarado, un sitio bello y de gran biodiversidad en el que hemos empezado a estudiar la distribución espacial de esas especies.

Animales diferentes y únicos

Las tortugas son muy diferentes a los cocodrilos, las serpientes y las lagartijas; poseen una estructura que las hace únicas dentro del grupo reptiliano: el caparazón, que les sirve de esqueleto externo, las protege de los depredadores y usan de refugio como si fuera una casa ambulante. Conocido también por muchas personas por “concha”, el caparazón es considerado como el

cuerpo; de hecho, al observar un animal de éstos, sólo se distingue, además del caparazón, la cabeza, las patas y la cola. Las conchas de la tortuga son muy variables tanto en tamaño como en color, pero principalmente son verdes, grises, cafés o negras, colores que las ayudan a mimetizarse, es decir, a parecerse a otros seres o a ciertas características físicas del ambiente.

El caparazón se divide en dos partes: una es el carapacho o espaldar, que es curveado y que nos permite de inmediato identificar la especie; la otra parte es el plastrón, localizado en la parte de abajo o zona ventral, que presenta una ligera curvatura cóncava en los machos, lo que les permite una mayor comodidad al momento de aparearse con la hembra. La concha tiene también partes laterales entre sus patas delanteras y traseras, denominadas "puente", y une a esta estructura con el plastrón. En algunas especies terrestres y de agua dulce la longitud del puente, sea ancho o delgado, les ayuda para desplazarse. En los machos, un puente delgado les ayuda a tener una mayor movilidad durante las peleas con otros machos cuando cortejan a las hembras.

Las tortugas de agua dulce parecen inofensivas, pues si nos acercamos y las tocamos tienden a "esconderse en casa", refugiándose dentro del caparazón. Aunque muchas tortugas se ven muy tiernas y despiertan toda clase de emociones, saben defenderse muy bien y lo hacen lanzando mordidas a diestra y siniestra. Si eres inquieto y deseas asirlas sin precaución, ¡cuidado!, pues las garras de algunas pueden ocasionarte uno que otro dolorcillo. Los ejemplares de esta especie son de tamaño variable. Algunos son pequeños, de alrededor de doce centímetros —menos que el largo de un lápiz— y pesan unos ochocientos gramos, algo así como lo que pesan

dos tazas y un plato; otras llegan a medir poco más de un metro de largo y pesan hasta veinticinco kilos. Como contraparte, en Sudamérica se han encontrado fósiles de la extinta *Stupendemys*, que llegó a medir casi cuatro metros de largo y más de dos de ancho, por lo que se le ha estimado un peso de más de una tonelada; en otras palabras, era más grande y pesada que un automóvil pequeño.

Esto de los tamaños también se extiende a la separación de los sexos. Un ejemplar macho se distingue de la hembra por la longitud de su cola; la del macho es más larga y ancha, y termina en punta. A veces se pueden distinguir los sexos por el tamaño del individuo, pero esto varía según la especie: en algunas de ellas el macho es más grande que la hembra, pero en otras es ella la de mayor tamaño, que suele ser bastante considerable.

Los especímenes de agua dulce habitan en lagunas, lagos, arroyos y ríos, sean temporales o permanentes, en los que regularmente se encuentran en las orillas. En estos afluentes de agua encuentran su alimento, también muy variable, pues hay especies herbívoras, carnívoras u omnívoras. Construyen sus nidos cerca del agua y los tapan con hojarasca y palos. El nido debe tener la humedad necesaria para que las crías se puedan desarrollar. Dependiendo de la temperatura que presente el nido, las tortuguitas serán machos o hembras; si la temperatura varía entre 25°C y 27°C la mayoría de las crías serán machos, pero si llega a ser de un grado más la mayoría de las crías serán hembras, lo que constituye una forma excepcional de responder al ritmo de la naturaleza.

Durante el periodo de incubación presentan un fenómeno llamado diapausa embrionaria, que se refiere

a que las crías en desarrollo dentro del nido detienen su crecimiento si éste es cubierto por el agua; una vez que el agua ha bajado, continúan su desarrollo. Debido a este fenómeno el tiempo de incubación varía de una especie a otra, y las crías pueden emerger hasta después de siete meses de que la madre ha puesto los huevos. ¿No es esto una manera formidable de relacionarse con el ambiente? Es por ello que resulta tan importante mantener en buen estado las playas y los márgenes de ríos y lagunas en donde anidan estos animales, y no hacerlos más angostos con construcciones o basureros.

Con esta variedad de ajustes ante la naturaleza y la notable diversidad de ambientes veracruzanos, no es raro que en México existan tantas especies de organismos vegetales y animales. Nuestro país tiene una gran riqueza en especies; en cuanto a reptiles ocupa el segundo lugar mundial con un total de ochocientas cuatro especies reconocidas, de las cuales cuarenta y siete son tortugas. En el mundo se han registrado trescientas veinte especies de estos animales, siendo doscientas cincuenta de agua dulce o terrestres. De las cuarenta y siete especies señaladas, quince habitan únicamente en nuestro país y en ninguna otra parte del planeta. De las doce especies de tortugas dulceacuícolas veracruzanas, ocho habitan en el sistema lagunar de Alvarado, en el sur del estado: la casquito, la pochitoque, la chopontil, la tres lomos, la pinta, la escorpión, la lagarto y la blanca, nombres que posiblemente le sean familiares.

Todas las tortugas de agua dulce mexicanas son explotadas constantemente para venderlas en los mercados del interior del país y usarlas como mascotas o para alimento, pues su carne es muy apreciada por los turistas y los habitantes de esta zona. Lo mismo ocurre con sus huevos, muy codiciados, que también son

extraídos de los nidos para venderlos. Por eso mismo, cuando veamos esos documentales sobre el saqueo de los nidos de las tortugas marinas, pensemos al mismo tiempo en las especies de agua dulce, que no por ser más chiquitas son menos importantes. Además, su hábitat se ha visto alterado por el cambio en el uso del suelo y la deforestación, lo que las ha puesto en grave peligro, como ocurre con la tortuga blanca, tan buscada por su tamaño.

Esfuerzos para proteger a las especies de agua dulce

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza señala que las ocho especies que habitan en el sistema lagunar de Alvarado se encuentran en diferentes categorías de conservación, lo que hace prioritaria su protección. Por su parte, el Fondo para la Conservación de las Tortugas (FCT), una coalición de diferentes organizaciones internacionales que se dedican al cuidado y conservación de los lugares donde habitan las especies de agua dulce y las terrestres, hace continuos llamados sobre la importancia de conservarlas. Para el FCT, la tortuga blanca es una de las veinticinco especies en peligro crítico de desaparecer. Desde el punto de vista de la comercialización de los organismos, la tortuga blanca es ubicada en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), lo que implica que el comercio de esta especie debe ser controlado para evitar más daños a sus poblaciones.

México ha hecho caso de estas iniciativas y cuenta con la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-ECOL--2001), que protege a las especies animales y plantas del territorio nacional consideradas con un índice alto de

amenaza, como la citada tortuga blanca y otras especies que habitan en el sistema lagunar de Alvarado. Además de esta norma, la Ley General de Vida Silvestre contiene disposiciones para la conservación y aprovechamiento sostenible de las tortugas.

Sin embargo, estas iniciativas, normas y disposiciones no tendrán efecto si no se complementan con campañas de educación y concientización de la gente y de las autoridades locales, y no servirán si no se ven respaldadas por proyectos de investigación que ayuden a obtener más conocimientos acerca de las tortugas dulceacuícolas, su aprovechamiento amigable y su hábitat. Lo que se encuentra en peligro es, finalmente, uno de los patrimonios naturales más antiguos al que no debemos olvidar.

Neurociencias

Homosexualidad
(¿qué dice la neurociencia?)
Elizabeth Vázquez Narváez

Olfatear es recordar
Tania Molina Jiménez
Ana G. Gutiérrez García
Carlos M. Contreras

Tan inevitable como el día y la noche
Elvira Morgado

La enfermedad de Alzheimer
(orígenes y consecuencias)
Sonia Lilia Mestizo Gutiérrez

Homosexualidad (¿qué dice la neurociencia?)

Elizabeth Vázquez Narváez*

El padre colérico le reclama a la madre el exceso de mimos al hijo y la acusa de fomentar sus gustos afeminados; ella, por su parte, le reprocha la perenne desaprobación que muestra ante todo lo que su primogénito hace, la rudeza exagerada en el trato y su marcado desapego. El hijo, que escucha tras la puerta la discusión sobre su homosexualidad, se pregunta si algo de lo que se dice allí es cierto o es que, como lo indican sus recuerdos, sus preferencias nacieron con él.

Si la homosexualidad es una conducta aprendida o no, todavía no está claro para la ciencia. Genaro Coria Ávila, especialista en neurociencia comportamental con más de diez años de experiencia en la investigación de las preferencias sexuales, aporta datos al respecto de esta disyuntiva: "Sabemos que nuestro cerebro se organiza desde antes

*Técnico académico en el Centro de Investigaciones Cerebrales, Universidad Veracruzana.

de nacer, pero si observáramos este órgano en un adulto homosexual no podríamos determinar si nació con esa organización o se reordenó a partir de ciertas experiencias, porque está comprobado que el cerebro va cambiando a lo largo de nuestra existencia".

Estudios realizados tanto en animales como en humanos que presentan preferencias de tipo homosexual han revelado una organización intermedia del cerebro, es decir, que no se ordenó completamente ni como macho ni como hembra, sino como una mezcla de ambos. Esto podría suceder porque, aunque desde el momento de la fecundación queda determinado el sexo del producto, durante las siete primeras semanas todos los embriones se desarrollan como hembras y sólo después de este tiempo la expresión cromosómica determina si se quedan como tal o se desarrollan como machos. Si alguno de los factores genéticos gonadales no se completa, entonces el cerebro, que requería organizarse para un varón, podría quedar al mismo tiempo como el de una mujer.

Preferencias innatas vs. conducta aprendida

Hace más de medio siglo que se habla de las preferencias innatas como un conocimiento científicamente comprobado, sin embargo, en su laboratorio del Centro de Investigaciones Cerebrales en la Universidad Veracruzana, Genaro Coria ha encontrado, a partir de su trabajo de experimentación con modelos animales, que dicha predisposición puede variar.

"Bajo una química cerebral alterada (con dopamina), hemos logrado que un individuo adulto aprenda a tener una preferencia de tipo homosexual en unas cuantas sesiones, lo cual comprueba que aunque nacemos con un cerebro organizado de cierta manera, sólo permanecerá así si las experiencias lo refuerzan".

Es decir, que los mecanismos neurales que nos predisponen para elegir a una pareja sexual no obedecen necesariamente a una organización evolutiva; nuestras preferencias no siempre están enfocadas a perpetuar nuestros genes, sino también a satisfacer un deseo inmediato que en etología se conoce como causas próximas del comportamiento. El caso de las preferencias homosexuales es un buen ejemplo de ello.

Hay más de trescientas especies de mamíferos acuáticos o terrestres en las que se expresan niveles de homosexualidad, lo cual nos lleva a preguntarnos: ¿es natural?, ¿o es que hay un porcentaje de anormalidad en cada especie?

Genaro Coria menciona que hay distintas teorías evolutivas que tratan de explicar la razón de ser de los individuos que prefieren al mismo sexo. Una de ellas plantea que la homosexualidad es buena para una especie porque hay momentos críticos en la reproducción en los que es mejor tener individuos que no se reproduzcan para que protejan al resto de la manada.

"Pero las preferencias sexuales no dependen exclusivamente de las leyes de la evolución. Un adulto, humano o de otra especie, es el resultado de lo que sus genes parcialmente le dictaron hacer y lo que sus experiencias terminaron por definir, por eso es que cada quien tiene preferencias diferentes y una historia distinta que contar", apunta Coria Ávila.

¿Qué nos motiva sexualmente?

En su laboratorio, el investigador confirma que experiencias tan sutiles como hacer cosquillas a un infante (en este caso una rata de treinta y cinco a cuarenta y cinco días) afectan directamente su preferencia sexual. "Si en la edad adulta ponemos a dos individuos, uno

con una señal olfativa que recuerda a las cosquillas de la infancia y otro sin ella, a pesar de que los dos sean buenos prospectos para el sexo, todas las ratas prefieren a aquél que les recuerda las cosquillas de su infancia".

Los humanos también aprendemos a formar patrones de preferencia basados en lo que vivimos cuando éramos niños y consignamos qué es lo que nos gusta y lo que no. Cuando llegamos a la edad adulta y es momento de que despleguemos una preferencia entre varias opciones, resulta que nuestro cerebro no es nuevo en esa decisión, ya tiene mapas que se formaron prenatalmente, pero también a partir de las experiencias recompensantes en la infancia y con las primeras experiencias sexuales.

No obstante, las motivaciones sexuales no siempre son positivas, también pueden ser negativas y contribuir al desarrollo de conductas patológicas como la pedofilia, la necrofilia y una larga lista de conductas sexuales no aceptadas socialmente.

"En experimentos realizados con ratas, se ha demostrado que el sexo es capaz de revertir, incluso, conductas genéticamente programadas cuando el cerebro aprende a asociar estímulos que innatamente resultan aversivos con sensaciones positivas y reforzantes", señala el investigador.

Para ejemplificar lo anterior, Coria Ávila hace mención de un experimento que su profesor en la Universidad de Concordia (Canadá), Jim Pfaus, realizó con ratas macho, cuyos primeros encuentros sexuales fueron con hembras impregnadas ligeramente con olor a cadaverina (sustancia producida por la carne en descomposición) y que aprendieron a asociar este estímulo olfativo con sensaciones recompensantes.

"Las ratas de manera natural le tienen aversión a la cadaverina, ya que supone un gran riesgo de

infección; pero las ratas expuestas a este olor en sus primeros encuentros sexuales aprendieron a preferir a las hembras que tenían este aroma e ignorar a las que no lo tenían".

De ninguna manera se puede decir que los resultados de éste u otros experimentos se puedan extrapolar en humanos, aclara Genaro Coria: "Sin embargo, nos proveen de datos que contribuyen al entendimiento de las bases neurales de la motivación sexual, un conocimiento imprescindible en una especie como la nuestra, siempre dispuesta a ejercer su sexualidad no sólo como medio de reproducción, sino también como una forma de relacionarse y comunicarse", concluyó.

Olfatear es recordar

Tania Molina Jiménez*
Ana G. Gutiérrez García*
Carlos M. Contreras*

Los estudios recientes aceptan el papel protector que tienen las emociones para la supervivencia de la especie. Sin embargo, las actividades del ser humano son regidas principalmente por el sistema visual; por ejemplo, sabemos que alguien está triste, feliz o enojado al observar su expresión facial; compramos frutas o verduras de acuerdo con su aspecto y, generalmente, nos sentimos atraídos por alguien porque nos agrada su apariencia. La razón es tanto anatómica como funcional: de los doce pares de nervios craneales que existen, cuatro de ellos se relacionan con la vista.

*Investigadores del Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana.

Los reptiles, peces, anfibios, aves y mamíferos, a pesar de sus diferencias evolutivas en el desarrollo de un sistema nervioso centralizado, tienen en común ciertas estructuras y núcleos neuronales a los que, en conjunto, se les

llamó rinencéfalo, un concepto que debe ser rescatado hoy, dada la enorme cantidad de conductas que son reguladas por la vía olfatoria. Aunque el sistema olfativo cuenta con un sólo par de nervios craneales, desempeña un papel esencial en la vida de estas especies, pues el constante registro olfativo que hace del ambiente le permite percibir sustancias químicas que se encuentran suspendidas en el aire y que comúnmente se conocen como olores, lo que en primer término lleva a detectar los alimentos en una actividad propositiva.

No menos importante, aunque de un modo casi imperceptible, permite descubrir la presencia de un medio seguro o peligroso. Más aún, hace posible la localización de otros congéneres para reproducirse. De esta manera, el sistema olfativo desempeña un papel fundamental en la determinación de estrategias de supervivencia del individuo y de la especie, y establece conexiones con las estructuras encargadas del procesamiento de las emociones.

Generalmente no nos percatamos de la función del sistema olfativo en nuestras vidas; de hecho, muchas veces la detección de un estímulo odorífero, consistente en sustancias químicas, no es algo consciente, y aunque a menudo ese estímulo proviene de otro sujeto, genera cambios fisiológicos y conductuales relevantes en quien lo percibe. Por ejemplo, aunque se sabe que las secreciones de las axilas participan en el proceso de atracción, se desconoce el proceso de comunicación química que sincroniza los ciclos menstruales de mujeres que conviven de manera cotidiana.

En otras especies de mamíferos, tal sincronización indica que las hembras de un grupo determinado se encuentran fértiles al mismo tiempo, lo que origina cambios en la conducta de las mismas hembras y, por

supuesto, de los machos, los que, desplegando sus capacidades, entran en competencia para aparearse con ellas. En un sentido darwiniano, se establece la elección de la mejor simiente. Los campeones tendrán acceso a las hembras que ellos elijan, pero que ellas ya eligieron.

En la especie humana, algunos aromas determinan la atracción hacia miembros del sexo opuesto; por ejemplo, los hombres se sienten más atraídos por las mujeres que están en su etapa fértil que hacia las que no lo están, lo que ocurre también en muchas otras especies. Siguiendo la pauta reproductiva de los mamíferos, las madres son capaces de discriminar el olor de sus crías del de otras, y de la misma manera los infantes pueden despertar cuando reconocen el olor de su madre, pero no lo hacen ante el olor de otras mujeres.

Existen olores que nos informan de otros acontecimientos: que algún lugar se está quemando, que los alimentos están en descomposición o que ha llegado un congénere. Cada olor tiene un mensaje; algunos son banales, pero otros son sumamente importantes, e incluso algunos adquieren un valor emocional significativo al asociarse con algún suceso en particular.

Para especies de animales distintas a la nuestra, los olores constituyen mensajes relevantes para su supervivencia al informar de alguna situación de emergencia o de alarma o, por el contrario, de un ambiente propicio para comer o para reproducirse. Tanto en el ser humano como en el resto de los mamíferos y demás vertebrados la información olfatoria es procesada por extensas zonas de la porción frontal del cerebro. Es de notar que en los predadores los ojos se encuentran al frente de la cara, mientras que en las presas se ubican a los lados, lo que proporciona a los primeros un campo

visual binocular dirigido que los lleva a calcular la distancia de las presas; en éstas la visión puede abarcar 360°, pudiendo detectar eficazmente a su predador. En ambos casos, el sistema olfativo queda al frente y en la línea media de la cara.

El procesamiento central de la olfacción

Los vertebrados tenemos la capacidad de reconocer los olores a través de un sistema olfativo dual, conformado por el sistema olfativo principal y el sistema olfativo accesorio, también llamado sistema vomeronasal. El sistema olfativo principal está relacionado con la detección de olores que se encuentran en el ambiente, como los que provienen de alimentos o de los predadores, entre muchos otros; por su parte, el sistema vomeronasal detecta las feromonas, es decir, los componentes químicos que secreta un individuo, y que al ser detectados por otro individuo de la misma especie producen cambios conductuales en este último.

Algunos animales pueden captar el olor de una presa y procesar esa información a través del sistema vomeronasal, aunque no exclusivamente. Existen incluso feromonas como la androsterona, que provoca conductas que indican la receptividad sexual en las hembras del cerdo, o bien otras que hacen posible que las crías de conejo busquen el pezón materno para alimentarse. Ambas sustancias son detectadas aun cuando el órgano vomeronasal haya sido bloqueado o lesionado, lo cual nos habla de que el sistema olfativo principal también registra este tipo de sustancias. La diferencia que existe entre estos dos sistemas es el tipo de proteínas receptoras y los genes que permiten su expresión, lo que determina la especificidad de los receptores a diferentes sustancias químicas odoríferas.

De esta manera, cuando estas sustancias químicas son percibidas a través del sistema olfativo, la información llega a ciertas estructuras cerebrales, como la amígdala y el hipocampo, donde se integra la emoción determinada por el contexto (ira, miedo, alegría, desdén, tristeza, placidez u otras), que es apoyada por un proceso en el que se comparan las experiencias previas con la presente, es decir, la memoria emocional. Esta información conlleva la toma de decisiones, en la que participa la corteza frontal, particularmente el área granular prefrontal.

En paralelo, la información viaja hacia otras zonas del cerebro como la estría terminal y el hipotálamo, donde se integran las respuestas endocrinas y autónomas. Finalmente, la información se desplaza hacia las áreas motoras de la corteza y las que se hallan debajo de la misma, en donde se elabora la respuesta motora, que tiene curiosamente un muy escaso repertorio: ataque, huida, aproximación o congelamiento. Ocurren cambios conductuales y fisiológicos relacionados con la regulación de procesos tales como la reproducción, la conducta social, el cuidado maternal y quizá la defensa o la huida, dependiendo del tipo de sustancia detectada y del contexto.

El procesamiento de la información olfativa en estas estructuras hace que se reconozca el estímulo en términos de su intensidad y localización; además, dado que la información nerviosa llega a estructuras que pertenecen al sistema que regula las emociones y la memoria, también aparece la sensación emocional o afectiva de los olores, las remembranzas y, desde luego, la adquisición de nuevas experiencias y recuerdos relacionados con esos estímulos olfativos.

Es notable que los vertebrados compartamos una porción del cerebro que se considera primitiva desde el

punto de vista evolutivo, y que esta porción involucre el sistema olfativo y las redes neuronales encargadas de la memoria emocional. De manera que un denominador común en estas especies es la presencia de un sistema sensible a los cambios del medio, que se relaciona con la supervivencia de la especie a través de la detección de situaciones de riesgo, o de la posibilidad reproductiva mediante la captura de señales odoríferas, entre muchas otras modalidades sensoriales.

Memorias olfativas

El sistema olfativo tiene una gran sensibilidad para evocar recuerdos de un pasado lejano, ya sea agradable o desagradable, llamado fenómeno Proust, en honor a Marcel Proust, el gran escritor francés que lo describió muy detalladamente en su espléndida novela *En busca del tiempo perdido*. En ella, narra lo que experimentó después de haber olido y probado una magdalena remojada en té: el solo acto de probar y oler esa mezcla de ingredientes le recordó su niñez, cuando iba a visitar a su tía Leoncia, quien le ofrecía una magdalena después de remojarla en su infusión de tila los domingos por la mañana, antes de ir a misa. Pero tomar té y pan con su tía Leoncia no fue lo único que recordaba, pues también evocó la imagen de la casa donde ella vivía, su habitación, el pueblo, la gente, los jardines, el parque del señor Swann y la iglesia; es decir, experimentó una sensación de placer acompañada de todo el contexto multisensorial y emocional que en ese momento había revivido gracias a ese simple suceso.

Un olor puede generar emociones diversas como el miedo, la ansiedad, la alegría, la tristeza o el enojo y, por lo tanto, reflejarse en cambios de la frecuencia y profundidad de la respiración, la frecuencia cardiaca, el

aumento de la sudoración o el cambio en el calibre de los vasos sanguíneos, lo que produce el enrojecimiento o la palidez de la piel, entre otros cambios fisiológicos. Pero, ¿cómo es que los olores pueden desencadenar tales situaciones de alarma o de placer, evocar recuerdos gratos o desagradables que implican una notable carga emocional, y qué función tiene todo esto?

Los estudios basados en condicionamiento clásico con animales han permitido entender el modo en que el cerebro forma memorias emocionales de estímulos sensoriales, dependiendo de un determinado contexto, sea aversivo o recompensante. Por ejemplo, la asociación experimental de estímulos inocuos (luz o sonido) con ciertos estímulos aversivos, como los choques eléctricos en las patas, hace que el estímulo inocuo adquiera propiedades equivalentes al estímulo aversivo, de tal manera que si el estímulo luminoso o sonoro se presenta nuevamente al animal, éste llevará a cabo respuestas emocionales que indican un estado de miedo. Lo relevante es que esto también es posible empleando sustancias odoríferas.

Cuando se ponen trampas para roedores, normalmente la trampa atrapa solamente a uno. Al parecer, los demás miembros del grupo son avisados de la presencia de peligro mediante la comunicación química y las vocalizaciones ultrasónicas que emite el sujeto atrapado, lo que alerta a los demás de esa situación de riesgo. Por tanto, la percepción de tales señales odoríferas por otros miembros de la especie establece una comunicación muy eficiente y eficaz, lo que genera comportamientos que les permiten seguir vivos. A veces, el sujeto que emite dichas señales puede estar en una situación de emergencia tal que ya no tenga solución, pero el sujeto que las recibe tiene la oportunidad de hacer frente a

la situación de peligro mediante estrategias eficaces en función de su experiencia previa, como el escape, la huida o simplemente la evitación.

En conclusión, la importancia del sistema olfativo radica en la capacidad de detectar olores, reconocerlos, asociarlos, generar cambios fisiológicos y evocar recuerdos de sucesos que tienen una cierta carga emocional, de manera casi simultánea y en un brevísimo lapso de tiempo, lo que hace posible que un individuo sobreviva al realizar acciones que optimizan su respuesta ante diversas situaciones que provienen del entorno y que compara con su repertorio de recuerdos para elegir la estrategia más eficaz en ese momento.

Tan inevitable como el día y la noche

Elvira Morgado*

El ciclo día-noche es el primer fenómeno natural al que nos enfrentamos desde nuestro nacimiento, y el último que con certeza enfrentaremos al morir. En la primaria enseñan que se debe a que la Tierra gira sobre su propio eje, es decir, al movimiento de rotación. No obstante, sobre los efectos biológicos poco se explica; en tanto, en el bachillerato se analizan algunos fenómenos afectados por los periodos de luz y oscuridad, o en la universidad, si se elige una carrera de ciencias biológicas.

Desde el origen de la vida los primeros organismos se adaptaron a estos cambios de luz, con una duración regular de veinticuatro horas; así surgió la ritmicidad biológica del planeta Tierra, propiedad fundamental de todo ser vivo, con la finalidad de mantener el equilibrio fisiológico. La ritmicidad biológica indica los periodos de actividad y descanso

*Investigadora de la Facultad de Biología de la región Xalapa de la Universidad Veracruzana.

de toda unidad viva, desde los procesos celulares hasta los conductuales. Y es así como se originan los ritmos circadianos, fluctuaciones de los procesos fisiológicos y conductuales de los seres vivos, con una repetitividad de aproximadamente veinticuatro horas, debido a que están adaptados a los ciclos de luz-oscuridad ambientales.

Entre los ritmos circadianos más evidentes tenemos al ciclo sueño-vigilia, es decir, el ritmo de actividad y descanso. De este modo, existen organismos diurnos, si su periodo de actividad se restringe a la fase de luz; y organismos nocturnos, si su periodo de actividad es durante la fase de oscuridad. Esta distinción inicia desde hace tres mil quinientos millones de años, cuando evolucionaron de las arqueobacterias (los primeros organismos de la Tierra), volviéndose capaces de capturar la energía del Sol y producir su propio alimento a través de la fotosíntesis. Así, los organismos nocturnos van surgiendo en la medida que sus fuentes de alimentación están disponibles durante la noche.

El término ritmo circadiano se le da a las variaciones que se presentan a lo largo de un día. Además del ciclo sueño-vigilia, está la secreción de las hormonas melatonina, cortisol, o de la hormona del crecimiento; las variaciones en la temperatura corporal o en la frecuencia cardiaca. De esta manera, hay algunas horas en las que unas sustancias tienen mayor actividad que otras; la mayor secreción de cortisol es al inicio del periodo de luz, mientras que la secreción de melatonina es durante el periodo de oscuridad.

¿Qué pasaría con estos ritmos si la duración del día fuera diferente de veinticuatro horas?, ¿si nuestros días duraran doce o cuarenta y ocho horas? Por definición, seguiríamos teniendo ritmos circadianos: fluctuaciones que tienen una repetibilidad cercana a un día, sea cual

sea su duración. Es decir, nuestro ciclo sueño-vigilia podría ser de doce o de cuarenta y ocho horas y, por consiguiente, la secreción de nuestras hormonas y la variación de nuestra temperatura corporal se adaptarían a este ciclo. Es probable que nuestra anatomía tuviera algunos ajustes, nuestros órganos de almacén de energía (como el tejido graso) pudieran ser más pequeños o más grandes; y nuestros procesos fisiológicos, como la alimentación o la reproducción, serían más cortos o más largos.

¿Por qué es posible suponer esto? Los efectos del fotoperiodo (duración de las fases de luz y oscuridad) han sido estudiados en diferentes organismos. Se ha demostrado que las algas son capaces de adaptar su proceso fotosintético si son expuestas a un fotoperiodo de seis horas de luz y seis de oscuridad, o sea, un día de doce horas. Esto puede ser aprovechado para fines comerciales, ya que al reducir el tiempo de la fotosíntesis, las colonias de algas aumentan sin alterar significativamente su fisiología.

Con el propósito de optimizar la producción de huevos sin utilizar fármacos, gallinas ponedoras han sido sometidas a un fotoperiodo menor de veinticuatro horas. Al reducir la duración del día, las gallinas son capaces de poner dos huevos en veinticuatro horas, en lugar de uno. En países donde la ganadería ovina representa una importante actividad económica, se ha experimentado acortando los fotoperiodos de los días para tener dos otoños, que es la estación en la cual se reproduce esta especie, y lograr dos periodos de gestación en un año.

Alteraciones con consecuencias negativas

Por otro lado, se han encontrado cambios negativos para la fisiología al alterar el fotoperiodo en algunos

individuos. Desde que se inventó la iluminación artificial, el hombre y las especies animales que le rodean han alargado la permanencia del día, entendiendo al día como duración de la fase de luz. Este hecho supone avances económicos con un elevado costo para la salud. Con la energía eléctrica, el desarrollo de maquinarias ha permitido aumentar las jornadas laborales, al grado que las empresas pueden producir las veinticuatro horas y se requiere que los trabajadores operen de día y de noche. Esto origina los turnos rotatorios y los turnos nocturnos, en los cuales los trabajadores algunos días laboran en la mañana, otros días por la tarde y otras veces de noche, o sólo trabajan de noche.

Estos esquemas de trabajo ocasionan una disrupción en el funcionamiento de las personas debido a que, por ejemplo, metabolizamos nuestros alimentos durante el día y en mucho menor medida en la noche. Las personas que están activas por la noche ingieren alimentos para sobrellevar la actividad, alterando los procesos de absorción, degradación y almacenamiento de energía, ya que también se alimentan durante el día. Esto trae como consecuencia la aparición de enfermedades como obesidad, síndrome metabólico, diabetes y hasta cáncer.

Pero no sólo los trabajadores nocturnos están expuestos a estos efectos. A diario aumenta el número de personas que, aprovechando las propiedades de los avances tecnológicos, gastan gran parte del tiempo en actividades laborales o de entretenimiento, manteniéndose activos por un número de horas cada vez mayor. Estas actividades propias de las sociedades modernas, sólo incrementan los periodos de actividad, disminuyendo los de descanso. De este modo, se pierden los beneficios que otorga el descanso natural, como la degradación de grasas almacenadas que la hormona

de crecimiento realiza durante la fase de sueño o los procesos de consolidación de la memoria que durante esta fase se efectúan, dando una sobrecarga de trabajo al organismo y llevando a las enfermedades antes mencionadas y a alteraciones emocionales.

El problema es justamente que no incrementa la duración de los días, sólo incrementa la fase de actividad, por eso los cambios de fotoperiodos que se experimentan sí traen consecuencias fisiológicas negativas y cambios en el cuerpo: ahora se tiende a incrementar el tejido graso hasta llegar a la peligrosa obesidad. El día y la noche son fenómenos que no podemos evitar, lo que nos corresponde es hacer buen uso de nuestro tiempo.

La enfermedad de Alzheimer (orígenes y consecuencias)

Sonia Lilia Mestizo Gutiérrez*

Es frecuente que la mayoría de las personas de edad avanzada olviden el nombre de alguien o pierdan cosas ocasionalmente; pero cuando olvidan cómo llegar a casa, se confunden con los lugares que conocen bien o hacen preguntas una y otra vez, pueden dar señales de un padecimiento conocido como enfermedad de Alzheimer (EA). Este trastorno es la causa más común de demencia, y mundialmente se está incrementando el número de personas afectadas debido al aumento de la esperanza de vida. La principal característica de la EA es la pérdida de memoria, sin embargo, también existe deterioro cognitivo y pérdida de la orientación, el juicio y el lenguaje. Asimismo, se presentan otros síntomas como angustia, alucinaciones y delirio. En la EA las neuronas dejan de funcionar poco a poco, perdiendo conexiones con otras neuronas hasta

*Académica de la Facultad de Ciencias Químicas de la región Xalapa, Universidad Veracruzana.

que mueren. Este proceso es causado por dos tipos de lesiones que se producen debido a la presencia anómala de ciertas proteínas. Por una parte, en el espacio entre las neuronas, la proteína beta amiloide crea depósitos que forman una placa denomina senil, mientras que, en el interior de la neurona, la proteína tau ocasiona la formación de un tipo de maraña llamada ovillo neurofibrilar. Es así que, en conjunto, estos procesos de los que aún no se tiene certeza de su causalidad van matando a las neuronas en el cerebro.

Según la Asociación del Alzheimer, los síntomas comunes de esta enfermedad son: pérdida de la memoria, dificultad para ejecutar tareas familiares (como preparar la comida o hacer una llamada telefónica), problemas del lenguaje (olvido o uso incorrecto de palabras), desorientación de tiempo y espacio, disminución del juicio, problemas con el pensamiento abstracto como extraviar cosas o colocarlas en lugares inusuales, cambios de humor o de comportamiento, alteración de la personalidad y pérdida de iniciativa.

Actualmente no existe cura para la EA, por lo que es primordial el esfuerzo por descubrir métodos de prevención, diagnóstico más temprano y de fácil acceso, así como tratamientos más efectivos para mejorar la calidad de vida del paciente.

La EA es un trastorno de evolución lenta y progresiva con una duración promedio de ocho a doce años. El diagnóstico de la EA combina pruebas psicológicas y de imagen, así como la exclusión de otros trastornos neurológicos. El diagnóstico sólo se confirma por el examen *post mortem*. Generalmente, cuando se diagnostica un paciente con EA, la patología ya ha avanzado varios años. Los cambios en el cerebro subyacentes a la EA probablemente se desarrollan como

mínimo veinte o treinta años antes de la aparición de los primeros síntomas, de modo que es de suma importancia identificarlos anticipadamente.

Existen dos tipos de EA: genética o familiar, asociada a los genes PS1, PS2, APP; y la forma más común, la EA de aparición tardía o esporádica, asociada al gen APOE4. En la EA familiar el desarrollo de la enfermedad se presenta entre los treinta y cuarenta años, mientras que la EA tardía se exhibe alrededor de los sesenta y cinco años. Un gran factor de riesgo es la edad avanzada, sin embargo, existe la posibilidad de que la combinación de otros factores ambientales y fisiológicos (enfermedad cerebrovascular, hipertensión, niveles elevados de colesterol, herencia genética, obesidad y diabetes) podría desencadenar la enfermedad. La comprensión de la genética de la aparición tardía de la EA puede conducir a una detección temprana, prevención y mejores tratamientos.

Relación con diabetes mellitus, inflamación y estrés

En el inicio de la década de 1990, el estudio de Rotterdam estableció la relación inicial entre la EA y la diabetes mellitus (DM). Diversos estudios han propuesto que la EA puede deberse a una señalización defectuosa de insulina en el cerebro, incluso algunos autores la han denominado diabetes tipo 3. Recientemente se ha establecido que la inflamación del sistema nervioso central (SNC) y el periférico es la liga de la DM con la EA. La neuroinflamación y señalización defectuosa de la insulina conducen al daño en la memoria de la EA. Asimismo, se ha demostrado que el estrés oxidativo está asociado con una amplia variedad de enfermedades del SNC, incluyendo a la EA.

Motivados por encontrar una relación entre los niveles de expresión de genes de la EA, diabetes

mellitus, inflamación y estrés, que podría ser clave en el desarrollo de la EA, en la Universidad Veracruzana usamos métodos y modelos de inteligencia artificial, en particular de redes bayesianas o probabilísticas como mecanis-mo de clasificación. Se trabajó con una base de datos pública obtenida de Gene Expression Omnibus (GEO). La expresión de los genes fue tomada del hipocampo (estructura cerebral relacionada con la memoria) de treinta y un individuos: nueve de control, siete con enfermedad de Alzheimer incipiente, ocho con enfermedad de Alzheimer moderada y siete con enfermedad de Alzheimer severa.

Las muestras se obtuvieron a través del Banco de Cerebros del Centro de Investigación de la Enfermedad de Alzheimer de la Universidad de Kentucky, en Estados Unidos de América. Los resultados mostraron una novedosa interacción de varios genes que culmina con disfunción mitocondrial. La interpretación biológica de los mismos indica que la disfunción mitocondrial de la EA es el resultado de la interacción genética del estrés oxidativo, inflamación y DM. La disminución de la actividad mitocondrial en la sinapsis podría ser uno de los primeros eventos de la neurogeneración.

En otro estudio se utilizaron árboles de decisión para modelar los niveles de expresión de la EA (incipiente, moderada y severa), la puntuación del MMSE (prueba para detectar el deterioro cognitivo) y el número de ovillos neurofibrilares. El resultado obtenido consideró al MMSE como el atributo más importante que permitió establecer una clasificación de los diferentes estados de la EA, y se identificó un nivel tentativo de expresión del gen MAPT que podría iniciar procesos celulares anormales relacionados con la proteína tau asociada a los ovillos neurofibrilares.

Los anteriores resultados demuestran que la fusión entre las neurociencias y la inteligencia artificial constituye uno de los más promisorios tópicos de investigación. Muchos aspectos relacionados con el funcionamiento del cerebro se encuentran actualmente sin explicación y podrían comprenderse mediante el trabajo interdisciplinario de especialistas en ambas áreas.

Del clima

El clima: modelos sin pasarela
Juan Matías Méndez-Pérez
Daniela Cruz-Pastrana

El clima y la migración de las aves
Ernesto Ruelas Inzunza

La meteorología y las meteoropatías
Irving Rafael Méndez Pérez

Ganadería tropical y cambio climático
Gemma María Verde Zuchetti
Antonio Hernández Beltrán
Lorena López de Buen

El clima: modelos sin pasarela

Juan Matías Méndez-Pérez*
Daniela Cruz-Pastrana*

Hace un siglo, el pronóstico del tiempo meteorológico era un proceso algo fortuito, muy impreciso y poco confiable. Se debía a que los sitios con registro de variables meteorológicas eran escasos o irregulares, sobre todo para la atmósfera superior y en las regiones oceánicas. Los principios de la física jugaban un papel mínimo o no estaban presentes en los pronósticos del tiempo. Los pronosticadores utilizaban técnicas muy simples de extrapolación con base en el conocimiento de la climatología del sitio y en su propia intuición y experiencia, por lo que esta actividad se consideraba más un arte que una ciencia.

*Profesores de la Licenciatura en Ciencias Atmosféricas, Universidad Veracruzana.

Las ideas básicas del pronóstico numérico y la modelación climática fueron desarrolladas aun antes de que la primera computadora electrónica fuera construida. El meteorólogo estadounidense Cleveland

Abbe, alrededor de 1890, señaló que la meteorología es esencialmente la aplicación de los principios de la termodinámica y la hidrodinámica a la atmósfera, y propuso una aproximación matemática al pronóstico del tiempo.

En 1904, el científico noruego Vilhelm Bjerknes sugirió que el pronóstico debía realizarse en dos pasos: primero el diagnóstico, en el que el estado inicial de la atmósfera es determinado mediante observaciones; después el pronóstico, en el cual las leyes de movimiento son utilizadas para determinar cómo dicho estado inicial evoluciona en el tiempo. Es importante esta contribución al reconocer que el pronóstico del tiempo es fundamentalmente un problema de valor inicial desde el punto de vista matemático.

Una década después, el científico inglés Lewis Fry Richardson implementó métodos numéricos para intentar dar solución a las ecuaciones del pronóstico del tiempo. Al aplicar tales métodos "a mano" para un pronóstico sobre la región central de Europa, calculó una variación de presión superficial de ciento cuarenta y cinco milibares en un lapso de seis horas, valor totalmente irreal. El motivo de tal diferencia se atribuyó a un problema de desbalance en los datos iniciales (inicialización). Una descripción completa del diseño y procedimiento de su pronóstico es descrito en su obra *Weather prediction by numerical process* (Predicción del clima mediante proceso numérico), publicada en 1922.

El esquema de pronóstico de Richardson requería una gran cantidad de cálculos numéricos, lo cual resultaba poco práctico en la era previa al desarrollo de las computadoras. De ahí que Richardson tenía un sueño: "En un futuro no muy lejano será posible que los cálculos sean más rápidos que lo que el tiempo meteorológico

cambia". Para 1946, en la Universidad de Pensilvania, en Filadelfia, se instaló la primera computadora electrónica conocida como ENIAC, *Electronic Numerical Integrator and Computer* (Computador e Integrador Numérico Electrónico), diseñada inicialmente para aplicaciones en el campo de la artillería y balística de la Armada de los Estados Unidos de América.

Al mismo tiempo, el destacado matemático John von Neumann se encontraba trabajando en el diseño y la construcción de una computadora electrónica en el Instituto de Estudios Avanzados en Princeton, Nueva Jersey, EE. UU. El meteorólogo estadounidense Jule Charney, en 1948, propuso una simplificación al sistema de ecuaciones de movimiento, conocida en meteorología como aproximación cuasigeostrófica.

En 1950 unieron esfuerzos Charney y Von Neumann con el meteorólogo noruego Ragnar Fjörtoft para realizar la primera predicción numérica del tiempo con la computadora ENIAC, que había sido transferida a Aberdeen, Maryland. Con este experimento se puede decir que la predicción numérica del tiempo es una disciplina muy joven. Durante la segunda mitad del siglo XX continuó el desarrollo de modelos numéricos de predicción del tiempo para propósito operacional.

El movimiento de la atmósfera puede ser descrito, con algunas simplificaciones, a través de las ecuaciones de la mecánica y la dinámica de fluidos, las cuales fueron bien establecidas a principios del siglo XX. Para resolver este sistema de ecuaciones no lineales, que en general no pueden ser resueltas de manera analítica, es esencial el uso de las computadoras.

Actualmente, los pronósticos del tiempo a más de veinticuatro horas son realizados, de manera rutinaria, desde grandes equipos de cómputo de alto desempeño

hasta en una computadora de escritorio con algunos requerimientos mínimos. Estos equipos ejecutan algoritmos complejos para la integración numérica de las ecuaciones en lapsos muy cortos, por lo que la predicción meteorológica para los próximos días puede ser obtenida en cuestión de minutos u horas. Así, el sueño de Richardson se hizo realidad.

Un modelo numérico es un esquema teórico, generalmente en forma matemática, de un sistema o de una realidad compleja, que se elabora para facilitar su comprensión y el estudio de su comportamiento. Un modelo numérico, incluyendo a los de la atmósfera, está compuesto de tres etapas: primero, un sistema de ecuaciones que describen el comportamiento continuo de la atmósfera; segundo, un esquema de discretización (transformar el dominio continuo, en este caso la atmósfera, en una malla de nodos) de tales ecuaciones; tercero, la solución numérica, es decir, el estado futuro de la atmósfera, considerando sus condiciones iniciales y de frontera, a través de la implementación de un algoritmo con ayuda de alguna herramienta de cómputo de gran desempeño.

Los modelos numéricos para la predicción de tiempo meteorológico se utilizan para estimar las condiciones atmosféricas (en términos de temperatura, humedad, viento, presión, precipitación, etc.) para las próximas horas o días. En el caso de la predicción del clima, permiten determinar qué tan cercana al promedio estará alguna variable, mas no predicen el momento y el lugar en el que estos fenómenos ocurrirán.

Consideremos una ecuación que describe el comportamiento futuro de una variable meteorológica. Esta variable, al evolucionar a lo largo del tiempo, se puede dividir en dos componentes: el primero es

más estable y "previsible", y el segundo es inestable y "no fácilmente previsible". El componente inestable corresponde a los cambios o las variaciones que experimenta en lapsos cortos, de segundos a días, es decir, de alta frecuencia. Este componente inestable domina en la ecuación y, por lo tanto, hace que el error de la predicción crezca rápidamente. Lo anterior implica una dificultad para pronosticar el tiempo meteorológico más allá de tres a siete días.

La diferencia entre lo pronosticado y lo observado tiene su origen en la condición inicial de la atmósfera. Ante la dificultad de estimar de manera precisa dicho estado, siempre estará presente un error en la condición inicial de cualquier pronóstico. Frente a este problema limitante, la idea de hacer una predicción del tiempo meteorológico (componente inestable) a largo plazo, es decir, a más de dos semanas, siempre se considerará algo complicado o poco creíble, dado que se supondría que el error sería muy grande.

Pero justamente esto es el clima, el otro componente más estable cuyas variaciones son de baja frecuencia, lo cual permite que la predicción sea posible. Por todo lo anterior, seguirá siendo muy difícil afirmar si lloverá mañana por la tarde (pronóstico del tiempo meteorológico), pero será posible hacer afirmaciones sobre el estado medio de la atmósfera que se espera para los próximos meses, e incluso años (pronóstico del clima).

El clima y la migración de las aves

Ernesto Ruelas Inzunza*

Los cambios recientes en el clima a escala global tienen efectos en la temporalidad de eventos biológicos como la floración y la producción de hojas de las plantas, los ciclos de reproducción de los animales y la migración de las aves. Estos sucesos cíclicos, conocidos en la literatura científica como procesos fenológicos o simplemente fenologías, tienen a su vez impacto en otros componentes de los ecosistemas donde viven estas especies y con los cuales están interrelacionados. Sin embargo, el entendimiento actual de cómo operan estos mecanismos tiene sus sesgos. Por ejemplo, mucha de la investigación sobre las consecuencias biológicas del cambio climático se lleva a cabo en países de regiones templadas, lo que deja con pocos datos a las regiones tropicales.

*Investigador en el Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada, Universidad Veracruzana.

Actualmente se trabaja en resolver varias preguntas de investigación muy sencillas y en entender el efecto de los cambios climáticos recientes en la fenología de la migración de las aves: ¿Es posible cuantificar el resultado de la variación climática actual en la temporalidad de la migración? ¿Las diferencias observadas son generalizadas, lineales y predecibles? ¿Qué consecuencias tienen en las aves y en los ecosistemas que habitan? ¿Para qué nos sirve esta información?

A la fecha no entendemos con claridad la manera en que los cambios en el clima están afectando la fenología de la migración ni tampoco tenemos herramientas para proyectar escenarios a futuro que nos permitan manejar o mitigar sus secuelas.

Para entender esta parte del problema, en la Universidad Veracruzana se utiliza un conjunto de datos sobre la migración de aves rapaces diurnas (diecisiete especies de tres familias taxonómicas diferentes: zopilotes, gavilanes y halcones), obtenido en la región central del estado de Veracruz. Por más de dos décadas, un grupo de colaboradores liderado por quien suscribe ha trabajado en Chichicaxtle y Cardel, estudiando las migraciones de estas aves de una manera estandarizada. Dicho grupo de especies anida en el norte del hemisferio (desde Alaska, Canadá y los Estados Unidos de América hasta el norte de México) y pasa la temporada no reproductiva desde el sur de México hasta Centro y Sudamérica.

Este sistema de estudio tiene muchas ventajas sobre otros que se han utilizado en investigaciones anteriores. El uso de esos datos permitirá hacer una descripción de los patrones de variación de la fenología de la migración de las aves rapaces, y entender su relación con causas ecológicas y evolutivas.

Los efectos del cambio climático en eventos biológicos

El clima global ha sufrido cambios a lo largo de toda su historia, pero son notables las tendencias al calentamiento de los últimos veinticinco a treinta años, según documenta el Panel Intergubernamental ante el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés).

Los sistemas biológicos y ecológicos han respondido a estos cambios en varias formas. Cientos de estudios han cuantificado efectos en: 1) la fenología y la fisiología de los organismos; 2) su rango geográfico y distribución; 3) las interacciones entre especies y sus comunidades; y 4) la estructura y la dinámica de los ecosistemas.

La causalidad de estas respuestas no es sencilla. Además del cambio climático global por acción de los gases de efecto invernadero, hay otras modificaciones o variaciones de menor escala que pueden confundir la señal del cambio climático como la dinámica del uso del suelo, la alteración natural en la demografía de las especies y la variabilidad natural del clima asociada a eventos atmosféricos oceánicos de gran magnitud como la oscilación del Atlántico norte, El Niño o La Niña.

En general, se estima que un patrón de cambio espacial o temporalmente heterogéneo no es de naturaleza global. El cambio homogéneo, aquél que afecta a todo un sistema, se asume con mayor certeza como un cambio de escala global. Como tal, es mucho más fácil de detectar en un grupo de especies que en una sola y a una escala geográfica más grande que a una más pequeña.

Una hipótesis a prueba

Una especulación razonable basada en el conocimiento actual es que el incremento en la temperatura global tiene como consecuencia que las aves migratorias en el norte del continente se retiren de sus áreas de reproducción en fechas más tardías durante el otoño y tengan la posibilidad de regresar a éstas en fechas más tempranas en primavera. Esto es, que tengan la capacidad de extender su estadía en sus territorios reproductivos más tiempo y sean capaces de migrar de regreso más temprano. El incremento en la temperatura global, posiblemente, extiende la temporada de disponibilidad de recursos alimenticios y mantiene temperaturas dentro de los límites de tolerancia en las localidades donde estas aves anidan.

Sin embargo, los resultados de varias investigaciones independientes contienen una mezcla de evidencia a favor y en contra de esta hipótesis. Por ejemplo, no se ha observado cambio en la fenología de aves migratorias de larga distancia en la temporalidad de quince especies de aves paserinas migratorias neotropicales de Norteamérica, o en estudios extensos del mosquero *Ficedula hypoleuca* en Europa.

Por otro lado, se ha encontrado un cambio significativo en las fechas de los primeros registros de varias especies de aves migratorias de corta y media distancia en el Paleártico occidental (arribos más tempranos en primavera y partidas más tardías en otoño). Si bien estos últimos resultados concuerdan con la hipótesis planteada, los resultados de esos estudios podrían estar fuertemente influenciados por la elección de especies--modelo o por las localidades de estudio, y parece ser que la única concordancia entre todos los sistemas de estudio

examinados hasta el momento es que las llegadas son más tempranas en primavera.

Los resultados de algunos trabajos han sido cuestionados por varias razones: 1) hay una crítica fuerte a la naturaleza correlacional de estos estudios, sin abundar en la explicación ambiental; 2) la investigación en este campo está, por necesidad, basada en observaciones en vez de trabajo experimental, en que la mayoría de los estudios de caso representan una sola especie o un grupo pequeño de especies estudiadas en uno o pocos sitios; y 3) todos los estudios previos usan una única métrica para estimar la variación temporal de la migración y derivar sus conclusiones. A la fecha, todos los estudios de fenología de la migración se han centrado en paserinas y no existe alguno publicado utilizando especies de otras características ecológicas.

Un sistema de estudio adecuado

En Veracruz, desde 1991, hemos realizado conteos estandarizados de la migración. Los datos obtenidos al día de hoy tienen diversas características importantes que permitirán responder a varias de las críticas de estudios similares efectuados con antelación.

Las cualidades más notables de estos datos estriban en que han sido colectados consistentemente en dos localidades que muestrean el mismo flujo de aves migratorias; esto es, constituyen dos réplicas independientes del mismo proceso. La serie de datos existente es de una longitud suficiente (diecinueve temporadas de campo) para cuantificar con claridad cambios interanuales y tendencias. Los datos han sido colectados en otoño, una temporada migratoria típicamente subestimada en estudios anteriores. Quizá la característica más significativa de este grupo de especies

es que contiene una mezcla de migratorias obligadas y facultativas de corta, media y larga distancia, lo que permite examinar diferentes ecologías de la migración. Además, para efectos comparativos, hay disponibilidad de datos de otras localidades que fueron colectados mediante un protocolo estandarizado y están almacenados en un sistema en línea (http://www. hawkcount.org/).

Lo que una investigación a fondo debería aceptar o rechazar es que el cambio global en el clima ha modificado la fenología de la migración de las aves en las últimas décadas. Mi predicción concuerda en lo general con las hipótesis planteadas en estudios anteriores: que las aves parten (al Sur) más tarde en la migración de otoño y regresan (al Norte) más temprano en primavera. Sin embargo, aunque este cambio se percibe en todo el sistema de estudio, su magnitud —y por tanto nuestra capacidad de detectar una señal clara de cambio— es diferente para cada especie.

Esta sensibilidad diferencial al cambio de clima debería ser detectable en especies que difieren en ecología de la migración. Por ejemplo, las especies migratorias obligadas de larga distancia presumiblemente tienen una temporalidad de migración "fija" y sujeta a control endógeno. Por otra parte, las migratorias facultativas y de corta distancia muy posiblemente exhiben un mayor grado de cambio, dado que estas especies tienen la capacidad de ajustar la temporalidad de su migración utilizando indicadores ambientales locales. Las diferentes capacidades de adaptación de las especies a los patrones de cambio en el clima nos enfrentan a un reto que no sólo es complejo de entender, sino que cambia la forma en que hoy conservamos a estas aves.

La meteorología y las meteoropatías

Irving Rafael Méndez Pérez*

Es probable que alguna vez hayas escuchado: "me duelen las rodillas", o "me duele mi cicatriz, seguramente va a llover". Ante estas y otras quejas lo más probable es que nos burlemos o nos parezca gracioso. Si es así, debes conocer que la relación entre el estado del tiempo y la salud va mucho más allá de un mito popular y que existen razones científicas detrás de este fenómeno. Estas evidencias se han publicado en revistas científicas con un alto factor de impacto; por ejemplo, *The Lancet* o *Nature*, o bien revistas especializadas como la *International Journal of Biometeorology*.

* Investigador del Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana.

Hace dos mil quinientos años, Hipócrates escribió en su obra *Sobre los aires, aguas y lugares* las diferencias regionales del clima y su relación con los estados de salud. A finales del siglo XVI, el jesuita español José

de Acosta, precursor de la patología ambiental, en su travesía por la cordillera peruana de Pariacaca a 4500 m sobre el nivel del mar, describió el mal de montaña, es decir, la falta de oxígeno en un individuo provocada por la disminución de la presión atmosférica conforme va aumentando la altura y el aire es menos denso, dificultando que los pulmones absorban oxígeno.

Por su parte, a inicios del siglo XIX, el alemán Alexander von Humboldt analizó la relación entre los casos de la enfermedad de vómito prieto y la temperatura ambiente en el puerto de Veracruz; mencionó la necesidad de estudiar la irritabilidad en los órganos por influencia del calor, la humedad y la tensión eléctrica del aire, lo que hoy en día se conoce como confort térmico humano.

La ciencia que estudia la influencia de los factores meteorológicos sobre los seres vivos se denomina biometeorología. En sus orígenes fue desarrollada para estudiar los impactos en soldados y su equipo militar en diferentes condiciones meteorológicas. El doctor Silas Weir Mitchell observó que soldados amputados en la Guerra Civil estadounidense sentían dolor neurálgico durante el descenso de la presión; misma conclusión que obtuvo el meteorólogo alemán Otto Hoflich en soldados durante la Segunda Guerra Mundial.

Igualmente, Denis Jourdanet, cirujano francés avecindado en México entre 1842 y 1864, publicó diversos libros sobre la influencia de la altura en los nativos y sus enfermedades, además de elaborar un manual de higiene para las tropas franco-mexicanas.

Durante la Segunda Guerra Mundial, la Alemania nazi se interesó en mejorar la eficacia y resistencia física de sus pilotos de la Fuerza Aérea. Para ello realizó experimentos médicos con prisioneros en los campos de concentración. Trataba de conocer el comportamiento

del organismo humano a grandes alturas, utilizando cámaras de baja presión; y también de saber cómo tratar la hipotermia en caso de que sus pilotos derribados cayeran en las aguas frías del Mar del Norte.

Las meteoropatías

En la especialidad de epidemiología se conocen algunas enfermedades estacionales; por ejemplo, en verano existe un aumento de padecimientos por piquete de mosquito a consecuencia de agua estancada, o en invierno incrementan las enfermedades respiratorias. Sin embargo, las afecciones psicofísicas que se desencadenan o agravan provocadas por fenómenos o condiciones meteorológicas se les conoce como meteoropatías.

En algunas personas, el descenso de la presión atmosférica, el aumento de la temperatura o el cambio brusco del viento repercuten en su salud física y su estado de ánimo. A estas personas se les llama meteorosensibles.

¿Por qué duelen algunas articulaciones cuando va a llover? Antes que todo, esta afectación mayoritariamente la padecen personas meteorosensibles con algún problema artrítico. El descenso de la presión atmosférica suele preceder a una inestabilidad atmosférica comúnmente llamada "mal tiempo". Las articulaciones tienen nervios sensitivos denominados barorreceptores, que responden a los cambios de presión sanguínea; cuando se presenta un descenso de la presión atmosférica el tejido se expande, y si hay hinchazón o inflamación en la articulación, entonces puede aumentar el dolor, síntoma que antecede al mal tiempo atmosférico. Cabe mencionar que el sitio web de predicciones meteorológicas Weather Channel incluye un mapa de

dolor y aflicciones para distintas ciudades de EE. UU.; y la aplicación meteorológica AccuWeather versión española contiene un índice de posibilidad de riesgo de dolor para pacientes con artritis.

El estado de ánimo también está influido por la cantidad de luz solar, ya que un aumento de ésta provoca que la glándula epífisis segregue mayor cantidad de serotonina, hormona que juega un papel importante en el estado de ánimo y emocional. Por lo anterior, de alguna manera se podría explicar la alegría y bullanguería de los costeños en comparación con los serranos.

Existe un viento que puede incidir en la salud física y psicológica —irritabilidad, dolor de cabeza o aumento de agresividad— denominado viento Foehn. Se produce cuando una masa de aire húmedo y frío choca con una montaña y al ascender sobre barlovento deja la humedad y desciende sobre la otra cara de la montaña —sotavento— con una masa seca y cálida, tan cálida que puede aumentar la temperatura alrededor de unos 10°C durante las primeras horas. Los vientos Foehn en los Alpes provocan fatiga general o dolores de cabeza a los suizos meteorosensibles, hecho tan relevante que el mismo Servicio Meteorológico de Suiza reporta cada diez minutos el nivel de Foehn en diferentes estaciones meteorológicas.

La relación entre salud y tiempo atmosférico es tan interesante e importante que el gobierno cubano y el Servicio de Salud Británico ofrecen reportes de alertas a instituciones de salud para predecir carga de trabajo por un aumento de personas que ingresan por problemas cardiovasculares y respiratorios. Lo anterior se podría aplicar para México con un semáforo biometeorológico.

Ganadería tropical y cambio climático

Gemma María Verde Zuchetti*
Antonio Hernández Beltrán**
Lorena López de Buen**

Los problemas asociados a la crisis ambiental son diferentes para cada país y región del mundo, al igual que los procesos de deterioro de los recursos naturales que vienen ocurriendo. Actualmente, se define el cambio climático como un conjunto de factores ambientales alterados que se presentan en un periodo, atribuidos a la actividad directa o indirecta del hombre. Uno de los efectos del cambio climático más importante es el aumento de las temperaturas mínimas y máximas que están ocurriendo en el planeta.

El cambio climático tiene gran influencia en el sector agrario, tanto en los cultivos como en la producción ganadera, aunque la naturaleza de los factores biofísicos que trae consigo dicho cambio y las respuestas humanas a ellos es compleja e incierta. El ganado es

*Docente en la Universidad Peruana Cayetano Heredia.
**Profesores en la Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana.

directamente afectado por los cambios de los factores climáticos, tales como la temperatura, las precipitaciones y la frecuencia y gravedad de ciertos fenómenos extremos, como las sequías, las inundaciones y el viento.

La temperatura media de la superficie de la Tierra se ha elevado desde 1861; durante el siglo XX el aumento ha sido reportado de entre 0.2°C y 0.6°C. Las temperaturas más altas registradas ocurrieron durante dos periodos: de 1910 a 1945 y de 1976 a 2000. De acuerdo con el Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental del Cambio Climático, hecho público en 2007, el calentamiento del sistema climático es inequívoco, tal como evidencian ya los aumentos del promedio mundial de la temperatura del aire y del océano, el deshielo generalizado y el incremento del promedio mundial del nivel del mar.

En la región de Veracruz, la ganadería bovina se desarrolla en un clima que ofrece escaso confort a los animales, y se aprecia que esta condición se ha agravado en los últimos años a partir de 1990; además, según las proyecciones de los escenarios de cambio climático de algunos municipios del estado, se esperan más incrementos en la temperatura en 2020, sobre todo en el verano, siendo la zona centro la más comprometida, seguida de la zona sur.

Asimismo, en los escenarios desarrollados para el Índice de Temperatura y Humedad, que indica si las condiciones ambientales en que se encuentran los animales son las adecuadas y ofrecen bienestar y confort al ganado, se menciona que en la próxima década, en los meses de agosto, los animales se encontrarían en grave peligro a causa del estrés por calor, llamado también golpe de calor. Este se produce cuando la

producción o la entrada de calor supera a su eliminación, de forma que la temperatura corporal asciende a niveles peligrosos.

En climas calurosos y húmedos, los animales tienen problemas para perder calor ya que el enfriamiento por evaporación no es muy eficaz. En el caso de los bovinos, al ser animales de sangre caliente, mantienen su temperatura corporal constante a pesar de los cambios en la temperatura, lo que les permite vivir en sitios muy diversos.

La temperatura del organismo depende de la dieta y la salida del calor. El animal puede perder calor de distintas formas, siendo la evaporación que ocurre por la sudoración y el jadeo la más importante, y ocurre a medida que la temperatura ambiente aumenta y se acerca a la temperatura corporal.

Desde hace años se ha descrito la tolerancia al estrés por calor en los bovinos. Hay dos tipos de bovinos: el *Bos taurus* (como las razas europeas) y el *Bos indicus* (como el cebú). Fue este último el que adquirió genes que le confieren una mayor tolerancia fisiológica y celular a las temperaturas elevadas, por lo que el ganado de las razas cebú tiene una regulación más eficiente de la temperatura corporal en respuesta al calor ambiental, en comparación con la mayoría de las razas *Bos taurus*, lo que se atribuye a su bajo metabolismo y a su capacidad para disipar el calor, condición que se relaciona con ciertas características de su piel y pelo. Esa tolerancia al calor también se observa en algunas razas de *Bos taurus* que han evolucionado en climas tropicales, como el ganado criollo lechero tropical.

Los periodos de estrés por calor tienen efectos negativos en la producción y reproducción de los animales; así, la producción de leche, el consumo de alimento,

la actividad física y el crecimiento se reducen en ellos, y la reproducción disminuye por el calor prolongado, siendo el estrés el principal factor responsable de la baja fertilidad; además, se aprecian en las vacas más abortos y muerte de los embriones durante y después de los meses de verano en la mayoría de países, lo que se traduce en importantes pérdidas económicas.

Algunos estudios muestran que hay una relación inversa entre la resistencia al estrés por calor y la producción de leche. Se han llevado a cabo diversos programas de cruzamiento genético para mejorar la tolerancia al calor entre animales de alto rendimiento lechero (como la raza Holstein) y las razas adaptadas localmente, lo que ha tenido escasos beneficios al reducirse la capacidad de producir leche en comparación con las razas de alto rendimiento. Mientras se continúe seleccionando a los animales por su producción láctea, continuarán siendo más sensibles al estrés por calor.

El reconocimiento internacional del cambio en el clima presente y futuro, y la demostración de la susceptibilidad de la lechería tropical al fenómeno requieren más estudios para identificar y caracterizar animales capaces de adaptarse a esas nuevas condiciones, preservando sus cualidades productivas y procurando su bienestar. Como una estrategia para mitigar los efectos del cambio climático, se plantea la conservación de los recursos genéticos locales, los cuales ya se encuentran adaptados a esas condiciones.

En la Universidad Veracruzana se lleva a cabo un proyecto de investigación que tiene el propósito de identificar la respuesta animal a temperatura ambiental elevada y su asociación con ciertas variantes del gen responsable de la resistencia al calor en vacas lecheras tropicales, lo que se hace utilizando tres grupos raciales

presentes en la ganadería veracruzana: el *Bos taurus*, el *Bos indicus* y el ganado criollo lechero tropical, este último considerado como un recurso zoogenético en riesgo. Esta raza, además de que representa parte del patrimonio genético pecuario nacional, es una razón para realizar estudios científicos que garanticen su conservación.

Lo local

De gatos, perros y otras historias desconocidas
Rafael Flores-Peredo
Isac Mella-Méndez
María Isabel Martínez-Castillo

Arqueología de Castillo de Teayo
Emmanuel Márquez Lorenzo

Sin cucharilla no hay arcos
Guadalupe Torres Martínez
Noé Velázquez Rosas

¿Y dónde te agarró el temblor?
Ignacio Mora González

De gatos, perros y otras historias desconocidas

Rafael Flores-Peredo*
Isac Mella-Méndez**
María Isabel Martínez-Castillo***

Desde tiempos ancestrales, perros y gatos han sido compañeros inseparables del hombre, al realizar funciones que mejoran la calidad de vida de los humanos. Por ejemplo, los perros han participado en actividades de cacería, cuidado del ganado, búsqueda y rescate, detección de explosivos, guía de invidentes y como tratamiento terapéutico para personas discapacitadas; y los gatos, como fieles animales de compañía y eficaces exterminadores de ratas y ratones (por sus uñas retráctiles, buen oído, olfato, cuerpo compacto, musculoso, flexible y extraordinaria visión nocturna). No obstante, el instinto depredador de ambos y su alta adaptabilidad los proyecta como una seria amenaza a la biodiversidad.

*Investigador en el Instituto de Investigaciones Forestales (INIFOR), Universidad Veracruzana.
**Auxiliar de investigación en el INIFOR, UV.
***Estudiante de la Licenciatura en Biología, UV.

A pesar de su dulzura, compañía y ternura, perros y gatos pueden ser protagonistas de escenarios fatalistas. Su alta capacidad reproductiva, adaptabilidad e instintos depredadores pueden causar daños potenciales hacia otros seres vivos. De los quinientos millones de perros que hay en el mundo, alrededor de 80% son callejeros o de vida libre. Este hecho propicia que exista un incremento en el nacimiento de ejemplares en basureros, parques urbanos, bosques o áreas naturales protegidas, mismos que resguardan una gran diversidad de animales silvestres. La existencia de perros y gatos en zonas naturales favorece que éstos desarrollen sus conductas instintivas de acecho y cacería, por lo que con el paso del tiempo llegan a convertirse en fauna feral, definida como aquella que vive en un estado silvestre sin fuentes de alimentación proporcionadas de manera directa por el hombre.

De acuerdo con bibliografía sobre el tema, la presencia de estos animales impacta negativamente el bienestar y la supervivencia de fauna silvestre nativa como mamíferos, aves, reptiles y anfibios, al convertirse en presas potenciales que sacian el apetito de estos organismos y sus crías. Los perros y gatos no tienen un área de distribución natural, considerándose fauna no nativa en la mayoría de ecosistemas del mundo, donde las especies endémicas a menudo no tienen defensas evolucionadas contra estos depredadores.

Vectores de enfermedades

Alrededor de ciento cuarenta enfermedades transmisibles al hombre se han asociado a perros y gatos, como la brucelosis, rabia, toxoplasmosis y criptosporidiosis, además de que también pueden ser vectores de enfermedades para la fauna silvestre, siendo sus heces

fecales y orina los medios más aptos para iniciar el contagio. Un solo perro defeca al día aproximadamente quinientos gramos de excretas, que al ser deshidratadas por el calor y el viento, se pulverizan y son esparcidas con bacterias y huevos de parásitos, mismos que pueden ingresar a otros organismos por vía gástrica o respiratoria.

Un gato joven puede dispersar hasta cien millones de ooquistes en sus heces, mientras que un solo ooquiste puede causar una infección por *Toxoplasma gondii*, cuyos síntomas inician con dolor de cabeza, fiebre o dolor muscular de una a dos semanas después de entrar en contacto con el parásito. Puede afectar seriamente el cerebro, pulmón, corazón, ojos e hígado, inclusive el desarrollo de fetos en mujeres embarazadas.

Existen también otros casos que muestran el alto grado de contagio de muchas de estas enfermedades hacia otras especies. Por ejemplo, en el Parque Nacional del Serengueti, en África, el moquillo canino mató a cerca de mil leones y favoreció el contagio de perros salvajes africanos; posiblemente en Australia causó la extinción del lobo marsupial y en Estados Unidos de América colocó al borde de la extinción al hurón de patas negras.

Los perros y gatos son altamente prolíficos. A partir de una pareja de perros saludables se puede procrear una población de más de dos mil nuevos animales en cinco años por sus camadas abundantes y sus periodos de celo continuos. Los perros pueden tener hasta diez crías por camada, con una gestación de sesenta y tres días y una madurez sexual a los seis meses.

Para el caso de los gatos, alcanzan la madurez reproductiva a los siete meses de edad, y una hembra en estado reproductivo puede entrar en celo hasta cinco

veces al año. El periodo de gestación dura de sesenta y tres a sesenta y cinco días y cuando se pierde una camada las hembras entran inmediatamente en celo, pudiéndose aparear con más de un macho en una misma temporada y generar camadas de cuatro individuos en promedio por evento reproductivo.

Aunque no se ha realizado un estudio mundial sobre la cantidad de mascotas callejeras, se tienen datos de que en el año 2010 en España, cada cinco minutos, en promedio, fue abandonado un perro o un gato, generándose un total de más de cien mil perros y treinta y cinco mil gatos. Tan sólo en la India, la población de perros creció en 58% entre los años 2007-2012, en Bolivia aumenta en 20% cada año y en México se ha estimado la existencia de alrededor de veintitrés millones de perros y gatos, de los cuales 70% no se encuentra en un hogar, por ello se considera el país de América Latina con mayor número de estos animales. Incluso se podría decir que en México hay más perros y gatos que niños, pues las veintitrés millones de mascotas superan a los 21.5 millones de niños menores de nueve años, debido a la decisión de muchas personas de no tener hijos, pero sí una mascota que les brinde compañía.

Eficaces depredadores

Con el paso del tiempo, perros y gatos han conservado sus instintos de acecho y cacería, además de poseer características físicas que les permiten ser eficaces depredadores. Su instinto de sobrevivencia les ha permitido ocupar diversos tipos de hábitat, impactando las poblaciones de fauna silvestre nativa. Se ha demostrado que a pesar de ser alimentados a diario por los seres humanos, los gatos y perros siguen cazando animales silvestres cuando se encuentran con ellos,

fortaleciendo así sus conductas depredadoras. En general, los gatos compiten por presas con zorrillos, zarigüeyas, mapaches y zorros, lo que disminuye su disponibilidad para los depredadores nativos. Desafortunadamente, los humanos favorecen este tipo de ventajas competitivas al suministrarles alimento, agua y refugio, causando que sus densidades poblacionales sean hasta cien veces superiores a las de animales silvestres.

Esta situación es alarmante debido a que estos animales no sólo cazan presas pequeñas como ratones o ratas, sino también pequeños vertebrados, algunos de ellos exclusivos de un sitio. En Australia, por ejemplo, los gatos están presentes por todo el país: entre cinco a dieciocho millones de individuos viven de manera libre, y cada uno mata entre cinco a treinta animales silvestres por día como aves, pequeños mamíferos, lagartijas o ranas, lo que significa la pérdida diaria de alrededor de setenta y cinco millones de animales nativos.

En general, los gatos son reconocidos como la causa principal de la extinción de varias especies de aves y mamíferos en islas marinas y se consideran un factor latente que podría impactar sobre 8% de todas las especies de aves, mamíferos y reptiles catalogados en peligro crítico por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés). En EE. UU., un estudio similar proyectó cifras extraordinarias de hasta 3.7 billones de aves y 20.7 billones de mamíferos muertos al año por estas mascotas, que han causado la extinción de treinta y tres especies de aves en el mundo como el pájaro campana y el pájaro helecho, ambos de la Isla Chatham, Nueva Zelanda.

En México, estos animales han impactado poblaciones de aves como la pardela mexicana, el mérgulo sombrío, mérgulo de Xantus y la tórtola de Socorro, así como a mamíferos como el conejo matorralero y el ratón

Peromyscus guardia, endémico de las Islas Ángel de la Guarda, Mejía, Granito y Estanque en el Golfo de Baja California, cuya extinción fue causada por un solo gato, como fue señalado por algunos reportes de conservación de mamíferos en los años noventa.

Por otro lado, los perros ferales forman jaurías o agremiaciones sociales como sus antepasados los lobos, permitiéndoles una mayor eficiencia en las labores de búsqueda de alimento y protección. Como depredadores los perros son animales oportunistas, con gran agilidad y fortaleza; recorren hasta 130 km^2 en busca de alimento y de presas como mamíferos, aves silvestres, ganado y aves de corral. En grupo llegan a competir con predadores nativos como coyotes, osos, pumas y jaguares. Se ha documentado que en diversas islas pueden impactar las poblaciones de tortugas marinas, iguanas y aves que por sus movimientos lentos o sitios de percha son presas fáciles.

Por ejemplo, en la Reserva Amoladeras, en España, los perros ferales disminuyeron 68-99% las poblaciones de la cojugada montesina (*Galerida theklae*), y en la ciudad de Cagliari (capital de la Isla de Cerdeña-Italia) se mermaron las colonias de flamingos (*Phoenicopterus roseus*). La presencia de un perro a menos de 50 m de un ave reduce 52% las veces que intenta alimentarse debido a los ladridos o persecuciones. En la Reserva de Santa Genebra, Brasil, los perros ferales fueron considerados la principal causa que extinguió al agutí común o tepezcuintle (*Cuniculus paca*), al temazate (*Mazama americana*) y al agutí de azara (*Dasyprocta azarae*).

Hoy día, no existen cifras exactas de la mortandad de animales silvestres causadas por gatos y perros ferales, por la poca investigación científica en los sitios donde están presentes y debido al sigilo de sus actividades de

cacería, algunas de ellas prominentemente nocturnas. Tan sólo en México son pocos los estudios que se han realizado en reservas y parques ecológicos sobre la presencia e impacto que genera la fauna feral o de vida libre. Sin embargo, diversos reportes científicos y testimonios dejan en claro que estos animales están matando una gran cantidad de fauna nativa.

Un ejemplo sucede en la ciudad de Xalapa, Veracruz, por la presencia de perros y gatos de vida libre en áreas naturales protegidas urbanas como los parques Macuiltépetl, El Haya, Natura y Francisco Javier Clavijero, donde se ha registrado la muerte de ejemplares como puercoespines, colibríes y musarañas, consideradas raras y específicas de un hábitat, así como también han disminuido considerablemente poblaciones de conejos, zorrillos, mapaches, zorras, cacomixtles y armadillos, importantes por su papel ecológico como dispersores de semillas, polinizadores y controladores de plagas.

Cada vez son más necesarios los programas de monitoreo de fauna feral o exótica que se integren en planes de manejo y que tengan como objetivo la preservación de la vida silvestre y su función ecológica. Este tipo de conocimientos son de gran importancia para concientizar a los dueños de perros y gatos a ejercer control sobre sus mascotas en los paseos cotidianos, en sus periodos reproductivos, y a no abandonarlos ya que pueden causar a mediano plazo la extinción local de animales silvestres con gran importancia ecológica.

Arqueología de Castillo de Teayo

Emmanuel Márquez Lorenzo*

Castillo de Teayo es una localidad que se ubica en el norte del estado de Veracruz, específicamente en la zona de la Huasteca, en cuyas tierras se ha encontrado una gran cantidad de vestigios de una antigua cultura prehispánica. En la actualidad se conocen al menos cincuenta y tres esculturas procedentes de diversas partes del sitio, en su mayoría representaciones de dioses que, por sus características, se identifican con los propios de la cultura mexica. Esta cultura, al radicar en un antiquísimo camino que iba hacia la provincia de Tochpan, sufrió los estragos producidos por parte de la llamada Triple Alianza (Tenochtitlan, Texcoco y Tlacoapan) en su expansión hacia la costa del Golfo. En realidad, estos efectos consistieron, a juzgar por los materiales arqueológicos y la documentación histórica

* Docente en la Escuela Nacional de Antropología e Historia.

existentes sobre la zona, en la imposición de cultos de orden religioso mediante los cuales se buscaba someter a la población al dominio de los mexicas.

Las investigaciones arqueológicas

Desde 1902, cuando el etnógrafo alemán Eduard Georg Seler visitó el sitio, halló poco más de cuarenta esculturas, en su mayoría de roca arenisca, las cuales representaban a diversos dioses de los mexicas. Entre ellos identificó a Tláloc, dios de la lluvia; a Macuilxóchitl, diosa de las flores y la danza; a Xipe Tótec, dios de la renovación terrestre; y a Chicomecóatl, diosa del maíz. A partir de sus observaciones, algunos investigadores continuaron su estudio, aunque, en algunos casos, contradiciendo los propios señalamientos hechos por su descubridor. Por ejemplo, autores como José García Payón, en la década de 1940, le adjudican a Castillo de Teayo una mayor antigüedad, argumentando que el sitio pudo haber sido conquistado por los toltecas entre los años 815 y 1090 d.C., pero sin fundamentar sus propuestas de manera adecuada. Según los prejuicios de esa época, se solía atribuir a este grupo muchos de los conocimientos desarrollados por otras culturas de Mesoamérica.

Si bien es cierto que pocos han sido los investigadores interesados en el estudio de Castillo de Teayo, son todavía menos tras el reciente fallecimiento de Felipe Solís Olguín, quien hizo un gran esfuerzo intelectual por comprender las manifestaciones culturales de los grupos antiguos que habitaron esta localidad. Quizá fue el único capaz de esbozar los inicios de una nueva vertiente de análisis acerca del comportamiento de los mexicas para con los pueblos que conquistaban, lo cual ha permitido, en años más recientes, un notable avance en el esclarecimiento de los aspectos culturales de los nativos del sitio.

Aunque Castillo de Teayo no figura en los documentos coloniales, se sabe por diversos trabajos que su antiguo nombre fue el de Tetzapotitlan, un pueblo al parecer sujeto a la provincia de Atlan, actualmente ubicado en la sierra norte de Puebla. La denominación conocida por nosotros, sin embargo, tiene su origen hacia el año 1872, cuando algunos vecinos de la localidad de Tihuatlán decidieron poblar las tierras pertenecientes a la antigua hacienda de Teayo. Tras realizar la quema de los montes de la zona, descubrieron un basamento piramidal al que confundieron con un castillo, de lo cual le viene el nombre. Tras hacer recorridos sobre la tierra quemada, hallaron las esculturas y decidieron colocarlas alrededor de los vestigios y utilizarlas como el centro del nuevo poblado.

Por mucho tiempo, las piezas permanecieron expuestas a la intemperie, hasta que se construyó un museo de sitio en el que hoy permanecen resguardadas. No obstante, a pesar de su extrema importancia para el entendimiento de los fenómenos de colonización ocurridos en el México antiguo, pocas personas conocen sus materiales arqueológicos, algunos de los cuales se han llevado al Museo de Antropología de Xalapa o al Museo Nacional de Antropología.

La colonización de Castillo de Teayo por grupos mexicas

La razón por la cual algunas provincias de la Huasteca meridional fueron conquistadas por los mexicas fue la matanza de unos comerciantes llegados de la altiplanicie mexicana a manos de tochpanecas y tzicoacas durante la realización de un tianguis. Los comerciantes antiguos tenían una doble función: vender sus mercancías e informar a las autoridades sobre muchos aspectos

sociales de los pueblos que visitaban. Si no hubiese ocurrido tal reacción por parte de los referidos grupos, esas provincias se habrían visto afectadas de todas formas, más aún por las intensas sequías sufridas por los mexicas entre los años 1450 y 1454 d.C.

Tras conocer la riqueza que producían los cultivos en el Totonacapan y la Huaxtecapan, los mexicas no sólo deseaban abastecerse de alimento, sino apropiarse de las muy famosas mantas de algodón procedentes de la zona. Fue así como, alrededor del año 1458, algunas provincias regionales de importancia mayor se vieron sometidas por esa cultura, comenzando la expansión militarista en la zona norte del actual estado de Veracruz.

Las provincias huastecas se caracterizaron también por su destreza en las actividades bélicas, y aunque fueron sometidas en una guerra en la cual, según las fuentes documentales, hubo una elevada mortandad de ancianos, mujeres y niños, se distinguieron de las otras regiones conquistadas por emprender constantes actos de rebelión en los años siguientes, lo que ocasionó el desarrollo de nuevas manifestaciones culturales en los dominadores. Es así como se produce un acto culminante en 1480: la colonización territorial de Tetzapotitlan, como lo atestigua uno de sus monumentos arqueológicos de mayor tamaño, el cual alcanza casi los tres metros.

Incluso tras la instauración de gobernantes y administradores encargados de canalizar los productos tributados hacia las provincias del Altiplano, hubo nuevos actos de conquista debidos a los grupos tetzapotecos rebeldes, que siempre intentaron mantenerse libres del yugo de otros grupos culturales; aunque, hacia 1487 los cautivos de guerra fueron llevados a México--Tenochtitlan, donde fueron utilizados para erigir una

nueva etapa constructiva del Templo Mayor, lugar donde, para estrenarlo, se dio muerte quizás a miles de guerreros (los documentos aseguran que fueron más de ochenta mil) procedentes de los pueblos rebeldes de la costa del Golfo.

Tras haberse instalado los mexicas en las tierras huastecas, hubo muchos cambios en la cultura material del sitio, lo que atestiguan las modificaciones al orden religioso de las comunidades. Así, por ejemplo, algunos dioses típicos de la región, como Mam, dios del rayo, y Teem, diosa de la tierra, fueron sustituidos por las divinidades traídas por los conquistadores y los colonos mexicas de estirpe noble. Pero solamente así pudo aminorarse el clima de violencia de la zona a lo largo de más de treinta años de guerras. A partir de la ocupación territorial, los mexicas tuvieron un mejor control sobre la población, la cual se vio reducida de manera considerable hasta llegar a su colapso. De este modo, el pueblo quedó subordinado a los intereses expansionistas de la Triple Alianza, perdiendo sus propias manifestaciones culturales.

A pesar del interés que pueden suscitar los cambios producidos en la esfera política y religiosa de los tetzapotecas, pocos son los estudios enfocados en el análisis y la comprensión de tales fenómenos. Por esta causa, hoy más que nunca es urgente que se lleven a cabo investigaciones arqueológicas en el sitio. Sólo mediante ellas podrá contribuirse al conocimiento de las culturas prehispánicas del norte del estado y a la comprensión del comportamiento de los mexicas con respecto a sus provincias, actitud que contradice mucho de lo que se ha escrito hasta ahora por diversos especialistas en la materia.

Sin cucharilla no hay arcos

Guadalupe Torres Martínez*
Noé Velázquez Rosas**

Al visitar las fiestas patronales de pueblos como Teocelo, Xico o Coatepec, en Veracruz, sorprende la belleza de los arcos florales que decoran la entrada principal de sus iglesias; admiramos sus colores, sus diseños y su gran tamaño, pero poco sabemos de qué están hechos y cómo los hacen.

Los arcos florales son elaborados por la gente del pueblo como ofrendas para los santos patronos, son símbolo de gratitud y devoción. Se confeccionan con diferentes plantas silvestres y cultivadas. Por ejemplo, el 29 de septiembre, en la fiesta patronal de Coatepec dedicada a San Jerónimo, se elabora un arco para la entrada principal de la parroquia. La estructura de este arco está sostenida por postes de pino y liquidámbar,

*Licenciada en Biología, Universidad Veracruzana.
**Investigador en el Centro de Investigaciones Tropicales (CITRO), UV.

los travesaños son de dos variedades de bambú y de bejuco, mientras que la decoración y el diseño se hacen principalmente con ciprés, flor de tencho y cucharilla. Todos los materiales son colectados en la misma zona de Coatepec y sus alrededores, con excepción de la cucharilla que se trae de Alchichica, Puebla.

La cucharilla es muy importante en el arco, ya que una buena parte de la decoración es manufacturada con esta planta. Debido a su forma y color natural se pueden elaborar diferentes arreglos con una variedad de tamaños y formas que, junto con los demás componentes, aportan una gran belleza al diseño del arco. Por ello, la cucharilla es muy valorada por los arqueros, responsables de recolectar las plantas y hacer los arcos, quienes realizan un preparativo especial para su colecta y cuando regresan con la cucharilla son recibidos con cohetes y una rica comida ofrecida en la casa del Mayordomo. Pero ¿qué sabemos de esta planta?, ¿cómo es, dónde y cómo crece?

La cucharilla

El nombre científico de la cucharilla es *Dasylirion acrotrichum* y pertenece a la familia de las asparagales. Esta planta crece muy lento en forma de roseta: se ha reportado que desde la germinación de la semilla hasta su primera floración pueden transcurrir de doce a quince años. La cucharilla se desarrolla en climas semiáridos y áridos, asociada a izotes, yucas, nopaleras y magueyes, aunque también es abundante en algunos bosques de piñones. Se distribuye en los estados de Hidalgo, Jalisco, Oaxaca y Puebla. Por su lento crecimiento y la fuerte extracción que sufre es considerada como una especie amenazada por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Esta especie no sólo es utilizada para decorar los arcos florales, también se aprovecha como alimento para cabras. En algunas comunidades las flores son consumidas por los lugareños preparadas en diferentes platillos, además hacen artesanías y adornos para otras festividades religiosas, que fomentan la unión y la convivencia del pueblo.

La cantidad de cucharilla necesaria para la elaboración de un arco es variable y depende del tamaño del arco y del diseño decorativo. Por ejemplo, para el arco principal de la fiesta de Coatepec, que mide aproximadamente 12.50 x 3.60 m, en 2013 se cortaron más de doscientas cuarenta plantas para su elaboración. Sin embargo, ésta no fue la cantidad total que se ocupó en dicha fiesta. Algunos cientos más fueron utilizados en la manufactura de otros "arcos menores", que se colocan en las demás iglesias de Coatepec durante los festejos de San Jerónimo. En la actualidad no se sabe con exactitud la cantidad de especímenes que son desenraizados de las zonas naturales para la producción de los arcos en las fiestas de los pueblos de la zona centro del estado y, por lo tanto, no sabemos el impacto de esta actividad en las poblaciones de la planta.

Aunque la gente la identifica como cucharilla, en realidad se trata de la base de las hojas, extraídas por los arqueros al cortarlas con el tallo completo, que después desgajan una por una para obtener lo que todos conocemos como cucharilla. Por lo general cortan plantas adultas y gruesas, las cuales tienen una mayor cantidad de hojas.

Desafortunadamente, esta forma de extracción afecta a las plantas que tienen la edad (de más de doce años) para florecer, pues al ser cortadas no pueden producir semillas de las cuales germinen nuevas plantas. Si bien es cierto que la cucharilla también genera hijuelos y que

los arqueros procuran cortar sólo matas grandes, la forma de colecta podría disminuir la reproducción de la planta por semillas. Se ha observado que en los sitios de recolección de esta especie no se registran nuevas plantas o son muy escasas.

Aunado a la forma de extracción, recientemente la demanda de cucharilla se ha incrementado debido a que muchos pueblos han adoptado la tradición de los arcos florales. En 2007, la maestra en Ciencias Ingrid Heackel, de la Universidad de Austin, Texas, reportó en su trabajo de tesis que anualmente se construyen más de setenta arcos en los municipios de Coatepec, Teocelo, Acajete y Tlalnelhuayocan. Esto contrasta con los diez arcos (aproximadamente) que se construían en la década de 1970 en estos mismos lugares. En conjunto, la forma de extracción y la alta demanda pueden poner en riesgo a las poblaciones naturales de la cucharilla.

Actualmente, no existen estudios sobre el impacto de la extracción de la cucharilla en sus poblaciones naturales. Esta tarea ha sido iniciada recientemente en el Centro de Investigaciones Tropicales (CITRO) de la Universidad Veracruzana, y tiene como propósito generar información científica que apoye a los arqueros y demás gente interesada en la conservación de esta especie. Porque al utilizar sin medida este recurso natural, no sólo se ponen en riesgo a las poblaciones silvestres de la cucharilla, también están en riesgo las tradiciones y actividades que dependen de ella. En consecuencia, la gente de las comunidades donde se elaboran arcos y de donde se extrae la planta, los centros de investigación y las autoridades deben realizar acciones conjuntas que den como resultado su uso responsable, garantizando su permanencia en vida silvestre y manteniendo las bellas tradiciones de nuestros pueblos, porque sin cucharilla no hay arcos.

¿Y dónde te agarró el temblor?

Ignacio Mora González*

Unos minutos antes de que se activara la alarma fui despertado por una fuerte sacudida de la cama. Como fue algo muy rápido pensé que había sido un sueño; seguí con mi rutina y salí al diez para la siete rumbo a mi clase en la universidad. De camino escuché en la radio una frase que puso de moda el famoso Chico Che: "¿Y dónde te agarró el temblor?", fue cuando caí en cuenta de que el impacto que me despertó había sido real.

* Investigador en el Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana.

Según el Servicio Sismológico Nacional (SSN), el del miércoles 21 de mayo de 2014 fue un sismo de magnitud 5.8, con epicentro 27 km al norte de Matías Romero, Oaxaca, una profundidad de 121 km y a las 6 horas, 6 minutos, 15 segundos. Su cercanía con el estado de Veracruz y su profundidad explica porqué sentí como si

la cama hubiera recibido un movimiento hacia arriba, es decir, que el sismo tuvo un componente vertical importante que se conoce como movimiento trepidatorio.

Mucha gente piensa que los temblores (técnicamente, la sismicidad) están aumentando en los últimos años; quizás es que los adelantos en las comunicaciones nos permiten tener noticias de ellos prácticamente en el momento en que están ocurriendo. Además, el aumento de las estaciones sismológicas permite el registro de sismos de pequeña a moderada magnitud, que antes pasaban inadvertidos porque los instrumentos que los detectan estaban alejados de sus epicentros.

Sin embargo, México es un país cuya historia ha estado ligada al fenómeno sísmico, como lo muestran los códices de las civilizaciones anteriores a la conquista, y de la conquista hasta 1910, año en que Porfirio Díaz inauguró el SSN, con la instalación de las primeras estaciones sismológicas. Es a partir de esta fecha cuando se inicia el registro físico de los eventos, hoy almacenados en una base de datos.

De acuerdo con las estadísticas del SSN —derivadas de los registros en los últimos cien años— en promedio ocurren cien sismos al año con magnitudes mayores o iguales a 4.5; tres sismos al año con magnitudes iguales o mayores a 6.0; y un terremoto de magnitud igual o mayor a 7.5 cada cinco años. Debido a la gran diferencia de la energía disipada en cada una de las magnitudes, la estadística se deberá hacer con los sismos de magnitudes superiores a 6.

¿Cuándo sucederá el próximo sismo?

Un tema que está de moda es la predicción de los temblores, debido a que en las redes sociales circula la versión de que próximamente (en algunos casos, es

cuestión de semanas o meses) va a ocurrir un "mega terremoto" en México. En primer lugar, aclaremos que se llama sismos a los temblores de magnitud menor a 6, y terremotos a los de magnitud mayor a 6. Yo desearía saber ¿a qué le llaman "mega terremoto"?

Ahora bien, para que una predicción sísmica sea útil debe especificar fecha, hora, lugar y magnitud, a fin de tomar las medidas preventivas necesarias, pero hacer una predicción de que va a ocurrir un temblor en el futuro en una zona de muy alta sismicidad es como si se predijera que "en una esquina transitada al mediodía, en los próximos cinco minutos pasará un automóvil Tsuru". Esta comparación se la escuché a don Jesús Figueroa Abarca, maestro en Sismología.

Hasta hoy es técnicamente imposible predecir con exactitud la fecha, el lugar y la magnitud de un sismo. Por eso mi recomendación es que antes de creer (y compartir) la información de las redes sociales, se evalúe si son o no de fuentes confiables. Es cierto que buscando métodos para la predicción de terremotos los científicos han tratado de medir parámetros que cambian antes de los sismos: la velocidad de las ondas, la contracción de gases, el campo electromagnético, el nivel de agua en los pozos, los microsismos… pero, desafortunadamente, no siempre se dan en la misma manera.

Registro sísmico en Veracruz

El temblor antes mencionado fue registrado en las estaciones de la recientemente inaugurada Red Sísmica de Banda ancha del estado de Veracruz, a cargo del Centro de Ciencias de la Tierra (CCT) de la Universidad Veracruzana. Esta red es el resultado de una suma de esfuerzos: fue apoyada con recursos federales, a través del Fondo de Prevención de Desastres Naturales

(FOPREDEN) y del Gobierno del estado de Veracruz por medio de la Secretaría de Protección Civil (PC).

Ésta es una de las más importantes redes de registro sísmico en nuestro país: es tan buena la calidad de sus registros de los sismos que el SSN nos apoya con la conexión a través de satélites para obtenerlos en tiempo real, es decir, el poder ver los registros del movimiento del terreno en el mismo momento en que están llegando a cada una de las estaciones.

La importancia de la Red para nuestro estado radica en poder llevar un registro de los sismos que ocurren en su territorio y anotar los de otros estados. Así como los ultrasonidos y los tomógrafos permiten a los médicos observar el interior del cuerpo humano; los sismólogos podemos obtener "tomografías" del interior de la corteza terrestre y conocer cómo se propagan (velocidad de las ondas sísmicas, localización y monitoreo de fallas activas) y el monitoreo sísmico permanente de los dos volcanes activos del estado: el Pico de Orizaba y el San Martín en los Tuxtlas.

Con la información obtenida y la interpretación adecuada y profesional de la misma, se espera evaluar con mejor precisión el riesgo sísmico en el estado, además de identificar los epicentros que puedan provocar daños para calcular los segundos que tendríamos para alertar a quienes pudieran estar en peligro. Con estos resultados se podrán elegir los sitios idóneos para instalar las estaciones de una probable red de alerta sísmica, como en la Ciudad de México.

De científicos

Ernesto Jáuregui: de niño rural a climatólogo urbano
Adalberto Tejeda-Martínez

Sophus Lie (el gigante de las matemáticas)
Francisco Gabriel Hernández Zamora

James Miranda Stuart Barry (la mujer que engañó a un imperio)
María Angélica Salmerón

Los olvidados en la fisión nuclear
Arturo E. García Niño

Ernesto Jáuregui: de niño rural a climatólogo urbano

Adalberto Tejeda-Martínez*

Domingo Ernesto Jáuregui Ostos nació el cuatro de agosto de 1923 en Pueblo Viejo —hoy Ciudad Cuauhtémoc—, en la Huasteca veracruzana. Hijo de un trabajador de las compañías petroleras, vivió su infancia en su tierra natal, pero asistiendo a la escuela primaria en Tampico, para lo cual casi a diario tenía que cruzar el río Pánuco en panga. Disfrutó del paisaje campestre hasta la adolescencia, cuando fue obligado por sus padres a trasladarse a la Ciudad de México para continuar sus estudios. Esa partida lo deprimió por un tiempo y, si bien debió superarla pronto, nunca dejó de ser un nostálgico del campo.

*Coordinador del Grupo de Climatología Aplicada, Facultad de Instrumentación Electrónica, Universidad Veracruzana.

Cuando llegó a la capital ya se comunicaba en un inglés fluido, pues en su pueblo, una inglesa, la esposa

de un técnico petrolero, le había dado clases particulares. Quizás entonces adquirió la facilidad para los idiomas, pues llegó a dominar con suficiente soltura —oral y escrita— el inglés, el francés y el alemán, además del español, desde luego, en el que escribía de manera directa y precisa tal como lo exigen las comunicaciones científicas.

Ernesto obtuvo el certificado de meteorólogo en la Universidad de California, en Los Ángeles (UCLA) a los veintitrés años. De 1952 a 1959 fue profesor en la Escuela de Meteorología de la Fuerza Aérea Mexicana, de modo que le tocó formar a los meteorólogos que se encargaron en nuestro país, desde distintas dependencias gubernamentales, de los pronósticos a lo largo del tercer cuarto del siglo XX.

A mediados de 1960 ingresó como investigador asociado al Instituto de Geografía de la UNAM. La cerrazón del sistema de revalidación de estudios de aquellos años no le reconoció el título de meteorólogo de la UCLA, por lo que estudió ingeniería civil en la UNAM, de la que se recibió en 1961. En 1973 —a los cincuenta años de edad— se graduó de doctor en Geografía por la Universidad de Bonn, en Alemania. No obstante su doctorado tardío, desde hacía tres lustros ya era un investigador reconocido.

En 1958, Jáuregui publicó en la revista *Ingeniería hidráulica en México*, un texto titulado "El aumento de la turbiedad del aire en la Ciudad de México". En diez páginas daba respuesta a planteamientos que eran apenas preocupación de un puñado de expertos: la calidad del aire en la capital. Al mismo tiempo iniciaba —probablemente sin darse cuenta— el desarrollo de una línea de investigación que a la postre le resultó altamente productiva y se convertía así en el pionero de la climatología urbana en Hispanoamérica.

La climatología urbana corre en dos sentidos: estudia los impactos de la urbanización en el clima local y busca orientaciones para un mejor desarrollo urbano en función del clima. De 1950 a la fecha no llegan a treinta los libros que se han publicado sobre el clima de la capital del país. Media centena de tesis (de licenciatura y posgrado) y poco más de cien artículos especializados completan las obras de consulta sobre el tema. Un tercio de este acervo lo escribió el doctor Ernesto Jáuregui.

De ahí que no resulte una exageración llamarlo el climatólogo de la Ciudad de México, lo que a su vez no va en menoscabo de sus aportaciones en otras laderas de la climatología. En efecto, de los más de cien artículos publicados en las revistas más prestigiadas del mundo, y cerca de veinte libros en que es autor o coautor, se puede distinguir otra línea relacionada con la climatología de escala media —ni global o hemisférica, pero tampoco local— llamada mesoescala.

A inicios de 1960, Jáuregui revisó las series de medio siglo de precipitación en Tacubaya, para publicar en la revista *Ingeniería hidráulica en México*, el que quizá sea su primer trabajo sobre el tema. Un lustro después —en 1965— apareció "Mesoclima y bioclima del Valle de México" en el Boletín del Instituto de Geografía de la UNAM, y en 1971 el propio Instituto le publicó el "Mesomicroclima de la Ciudad de México". Esos trabajos consolidaron una línea más: la bioclimatología humana.

De este modo, Jáuregui incorporó a la jerga de la climatología mexicana términos como isla de calor, confort higrotérmico, bioclima humano, meteorología de la difusión, etc. En contraparte, la hemerografía publicada en otras partes del mundo —Alemania, primero, Norteamérica, después— se empezó a salpicar por las referencias a la Ciudad de México como un área

—laboratorio involuntario, puede decirse— del impacto humano en el clima y de las condicionantes que le impone el clima a las formas de vida del humano.

Durante cincuenta años (de principios de 1960 a inicios del siglo XXI) el doctor Jáuregui construyó una buena parte del conocimiento sobre el clima de la Ciudad de México de manera muy similar al quehacer de los arqueólogos: desenterrando datos. Series de tiempo de temperatura, precipitación, visibilidad, tolvaneras y otros datos van pasando de la hoja amarillenta de los archivos olvidados a la interpretación gráfica y estadística a la luz de las últimas novedades en la literatura especializada.

Así, la interpretación lúcida y el manejo hábil de datos históricos le permitió entregarnos de forma objetiva y clara una visión lógica, sustentada en la evidencia y enmarcada en la teoría, es decir, una visión científica del comportamiento del clima de la Ciudad de México, y dejar documentados fenómenos como la isla urbana de calor, de lluvia, de humedad relativa baja, de menor incidencia de heladas y de mayor frecuencia de olas cálidas.

Desde mediados de 1980 completó su trabajo de intérprete de series climáticas históricas con la realización de mediciones en puntos estratégicos para comprender el impacto de la urbe en el clima. No han faltado mediciones especiales con equipo sofisticado, destacando la de balance energético atmosférico realizada en 1984 —la primera en esta ciudad— en colaboración con Timothy Oke, de la British Columbia University de Vancouver.

Esta campaña inaugura en México la corriente contemporánea del clima urbano: la climatología física que, sustentada en la medición precisa, busca modelar el comportamiento climático con métodos numéricos, área en la que incursionó en sus últimos años como

investigador del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM.

El doctor Jáuregui falleció en la Ciudad de México el 18 de septiembre de 2014, ocho años después de haber recibido la presea Lucke Howard, la máxima distinción que otorga la Asociación Internacional de Climatología Urbana en honor al padre de esta especialidad, un inglés que a inicios del siglo XIX publicó en dos tomos el primer estudio sistemático del clima urbano de Londres.

Sophus Lie (el gigante de las matemáticas)

Francisco Gabriel Hernández Zamora*

Como ocurre en muchos casos, los grandes hombres de la historia poseen personalidades extravagantes y singulares anécdotas ligadas a su vida. Marius Sophus Lie fue un matemático de enorme trascendencia que no queda exento de estas características. En razón de ello, para hablar de él comenzaremos refiriendo algunos datos biográficos y curiosos sucesos encontrados en la literatura, para describir finalmente, la importancia de su legado a las matemáticas.

*Profesor e investigador de la Facultad de Matemáticas, Universidad Veracruzana.

En la vicaría de Eid, en Nordfjordeid, Noruega, el 17 de diciembre de 1842 nació Marius Sophus Lie. Fue conocido como "el gran gigante germano" por su tamaño, aspecto brusco y carácter fuerte; en suma, por ser el prototipo del rubio nórdico. Debido a estos rasgos

de su naturaleza y a su conducta estrafalaria se hablaba de él en toda Europa mucho antes de ser reconocido mundialmente por los campos de investigación que abrió en las matemáticas.

Como primera opción, Sophus Lie quería estudiar una carrera militar, siguiendo los pasos de su hermano mayor, John Herman. Sin embargo, problemas de visión le impidieron realizar tal propósito. Dudó un tiempo entre estudiar Letras o Ciencias, hasta que en 1854 entró a la Royal Fredrik's University de Christiania (Universidad de Oslo desde 1924) para estudiar Matemáticas y Ciencias. Su último año de estudiante fue particularmente difícil, pues tenía problemas de insomnio y depresión. Un amigo cercano, Ernst Motzfeldt, solía llevarlo a dar largas caminatas en los alrededores de Christiania para fatigarlo, de modo que así pudiera dormir mejor. Pero Sophus Lie no era fácil de cansar, sino especialmente fuerte y resistente: acostumbraba trasladarse a pie a la localidad de Moss, donde vivía su familia, a unos 54 km. Se cuenta que en una ocasión fue caminando hasta este poblado a recoger un libro, volviendo a Christiania el mismo día.

Con particular interés en mejorar la pedagogía matemática, pero sin haber decidido a qué dedicarse en el futuro, al concluir sus estudios Lie impartió clases de matemáticas y de astronomía. Durante este periodo de incertidumbre vivió con su hermana mayor, Matilda, en Tvedestrand, donde era conocido y temido por su carácter y aspecto, al grado de que las madres amenazaban a sus hijos diciéndoles: "Pórtate bien o Sophus Lie vendrá por ti". En 1868, al leer las obras de Jean-Victor Poncelet y Julius Plüker (los fundadores, junto con August Ferdinand Möbius, de la geometría proyectiva), Lie decidió dedicarse a la investigación en geometría. Un año más tarde haría

su primera publicación en *Crelle's Journal*, de Berlín, que fue traducida para ser publicada en el extranjero.

En el invierno de 1869, en la ciudad de Berlín, Lie conoció al matemático alemán Felix Klein, con quien entabló una enorme amistad. Trabajaron juntos, el intercambio de ideas fue muy importante y permitió a Klein dar en su Proyecto de Erlangen de 1872 la siguiente definición, que le sirvió para clasificar todas las geometrías conocidas en ese momento: "Una geometría es el estudio de aquellas propiedades de un conjunto que permanecen invariantes cuando sus elementos son sujetos a la aplicación de transformaciones".

Lie y Klein se encontraban reunidos en París en el momento en que Francia declaró la guerra a Prusia, el 19 de julio de 1870, dando inicio a lo que se llamaría la guerra franco-alemana, debido a la alianza de Alemania con Prusia. Klein abandonó la ciudad inmediatamente, mientras que Lie decidió realizar una caminata hasta Italia, pero fue detenido en Fontainebleau, a unos 60 km de París, donde pasó cuatro semanas en prisión acusado por los franceses de ser un agente al servicio del enemigo, porque confundieron los símbolos matemáticos escritos en su cuaderno con claves secretas. En los titulares de los diarios noruegos se leyó: "Científico noruego encarcelado por ser espía".

Aunque ambos compañeros eran reacios a desposarse porque, a decir de Klein, "en esas condiciones no se puede trabajar", sorprende a éste enterarse del casamiento de su colega, en agosto de 1874, con Anna Sophie Birch. La madre de Anna era prima hermana del matemático noruego Niels Henrik Abel, célebre compatriota de Lie a quien éste consideraba su gran, aunque inalcanzable, ideal. Lie y su esposa tuvieron dos hijas, Marie (1877) y Dagny (1880), y un hijo, Herman (1884).

En 1886, Sophus Lie fue llamado por la Universidad de Leipzig para suceder a Klein, quien lo recomendó tras ser nombrado profesor en la Universidad de Göttingen. Aunque los doce años que pasó Lie en Leipzig fueron los más fecundos de su carrera, se volvió taciturno y apático como resultado de que sus trabajos no llegaban a ser reconocidos por la comunidad matemática. Algunos biógrafos dicen que esta falta de reconocimiento se debió a que excedían mucho la intuición geométrica de los otros matemáticos. Su salud comenzó a verse mermada, sufría de nervios y ansiedad, lo cual lo llevó a un internamiento de siete meses en una clínica psiquiátrica.

Sophus Lie salió de la clínica con un temperamento alterado y empezó a acusar a otros de robar sus ideas. Incluso cortó por completo su comunicación con Klein, y al siguiente año lo atacó públicamente diciendo: "No soy discípulo de Klein y tampoco es cierto lo contrario, aunque quizás esto último está más cerca de la verdad". Klein no respondió al ataque, pues tenía conocimiento de los males que aquejaban a Lie.

En 1897, la Sociedad Físico-Matemática de Kazán, Rusia, otorgó por primera vez el premio Lobatchevski, concedido cada cinco años al mejor libro publicado sobre geometría, en particular sobre la no euclidiana, creado en honor al primer científico ruso que hizo una exposición sistemática de este tipo de geometría basada en la negación del quinto postulado de Euclides. Con base en un informe de Felix Klein, muy interesante en sí mismo, el galardón fue otorgado a Sophus Lie.

En el otoño de 1898 Sophus Lie regresó a Christiania para ocupar una cátedra de teoría de grupos que había sido fundada para él. Estaba muy enfermo, su salud fue empeorando rápidamente. Murió mientras dormía el 18

de febrero de 1899, fue enterrado seis días después en el cementerio de Nuestro Salvador.

En las líneas restantes quiero subrayar la destacada aportación de Sophus Lie, dado que proporcionó la fundamentación ideológica que en gran medida marcó el desarrollo de las matemáticas modernas y de la construcción de modelos matemáticos, por lo que es considerado uno de los autores más prolíficos de todos los tiempos, cuya cantidad de obras es comparada con las publicadas por Leonhard Euler y Carl Friedrich Gauss.

El mundo que nos rodea se encuentra lleno de simetrías, como el cuadrado al considerar rotaciones o reflexiones sobre sus diagonales. Sophus Lie vislumbró un mundo de simetrías en las ecuaciones diferenciales, ayudándose de ciertas funciones que transforman soluciones de la ecuación diferencial y que juntas nos dan una estructura de grupo, lo que permite combinar el cálculo diferencial con el álgebra moderna, para cuyo estudio Lie transportó la geometría desde el espacio original a sus grupos continuos (llamados en la actualidad Grupos de Lie).

En paralelo a la teoría de Galois para ecuaciones polinomiales, Sophus Lie desarrolló un método para resolver ecuaciones diferenciales que fue fundamental para los cálculos inmersos en la Teoría General de la Relatividad de Einstein, quien afirmó que sin los descubrimientos de Lie no habría sido posible el nacimiento de dicha Teoría. La labor de Lie también fue indispensable para la formulación de las leyes de la naturaleza y del entendimiento de las estructuras internas del átomo. Hoy en día está abierto el problema de determinar el rango de aplicabilidad de los métodos de la teoría de Lie a las ecuaciones diferenciales.

James Miranda Stuart Barry (la mujer que engañó a un imperio)

María Angélica Salmerón*

Como surgida de una leyenda de las antiguas gestas caballerescas, la vida de James Barry ha pasado a la historia de la medicina envuelta en todo tipo de especulaciones, pues, en tanto que como personaje histórico se desenvolvió siempre como varón, su figura femenina ha quedado determinada prácticamente por la ficción. Así, entre la historia real, basada en hechos y datos confirmados que la presentan como un activo e importante miembro del ejército británico, y la *story* casi novelesca que se origina con el descubrimiento de que tal personaje era en realidad una mujer, se ha venido tejiendo la trama del mito de la mujer doctor. Pero lo cierto es que este tejido ficcional parece tener su origen en una vida real, cuya singularidad ha puesto en jaque a los historiadores.

*Profesora en la Facultad de Filosofía, Universidad Veracruzana.

¿Quién fue James Barry? Las especulaciones no se han hecho esperar, y mientras unos afirman que esta atípica celebridad fue una mujer disfrazada de hombre, otros tienden a suponer que era un hermafrodita o, sencillamente, un afeminado. Sin embargo, la balanza parece inclinarse hacia el lado de quienes sostienen que, pese a toda la alharaca de los que se niegan a reconocerle su condición femenina, el excéntrico cirujano militar fue una mujer cuya vida se desarrolló bajo el abrigo de un nombre y un ropaje masculinos.

En efecto, las investigaciones realizadas indican que, no obstante lo atípico del caso y de las misteriosas circunstancias que rodean la vida de Barry, se trató de un engaño que podría considerarse casi perfecto en cuanto sólo pudo ser descubierto después de la muerte del "doctor". Prácticamente durante más o menos cuarenta y seis años una mujer logró colarse eficazmente dentro de una profesión dominada por los hombres, pero lo más asombroso es que consiguió introducirse en el seno mismo del ejército y alcanzar en él los más altos rangos. Debido a ello, y no sin razón, se le ha presentado como "la mujer que engañó a un imperio", y éste parece ser el hecho que para algunos investigadores resulta hoy por hoy prácticamente incontrovertible; el porqué y el cómo de la simulación pueden resultar discutibles, pero en la mayoría de los casos las hipótesis parecen verosímiles.

Aquí se hace una semblanza de la vida y la obra de esta mujer, cuya enigmática figura nos lleva a explorar una senda olvidada de la medicina del siglo XIX. Siguiendo las huellas de la misteriosa doctora, podemos penetrar en el modo en que la práctica médica del ejército británico se vio cuestionada y en buena medida innovada a partir del trabajo realizado por ella.

Éste es el típico caso de una historia de vida que por sus singularidades y características bien puede ser considerada como la construcción de un mito. Por ello, en la siguiente reconstrucción de la vida y obra de la doctora Barry nos ceñimos a las mejores pistas que proporcionan los estudiosos del caso, aceptando de antemano que ninguna de ellas está exenta de equívocos; de hecho, estamos conscientes de que cuando se trata de recuperar las acciones, las palabras y las obras de las figuras históricas femeninas, nos encontramos siempre con un sinfín de obstáculos, los que en este caso parecen multiplicarse. Las razones de lo anterior nos las da la siguiente afirmación de Margaret Alic:

> Durante miles de años las mujeres se habían disfrazado de hombres para estudiar ciencias y ser doctoras en medicina, pero nunca en la historia se había mantenido la charada durante tanto tiempo y con tanto éxito. La reputación de Barry fue la de un excéntrico brillante y reformador, aunque algo afeminado. Debido a su corta estatura (sólo medía 1.50 m) y a lo agudo de su voz, no lograba escapar al ridículo. Contestaba con ira, y durante su carrera sostuvo varios duelos y tuvo que enfrentarse a una corte marcial. Sólo después de su muerte se reveló la verdad, y entonces la comidilla fue que era un hermafrodita hombre. Aunque no había absolutamente ninguna prueba de esa conjetura, se suponía que ninguna mujer podía haber logrado ese éxito profesional, cualesquiera que fueran los subterfugios empleados. Más tarde las autoridades afirmaron que en realidad había sido un hombre —y sus documentos desaparecieron de forma misteriosa—.

El caso que nos ocupa muestra claramente su complejidad. La historia de James Barry está marcada por un doble encubrimiento: el que ella misma hace de su condición femenina y el que, una vez descubierto éste, hacen las

autoridades en el mismo tenor; en consecuencia, resulta que tanto la vida como la muerte de James Barry quedan señalados bajo el doble simulacro de la masculinidad.

Todo parece confirmar que el misterioso doctor Barry era mujer y que su verdadero nombre fue Margaret Ann Bulkley, nacida en Irlanda entre 1789 y 1795 —aunque este último año es el más aceptado— y que fue hija del matrimonio formado por Jeremy Bulkley y Mary Ann Barry, quienes procrearon tres hijos: un varón, Redmond, y dos mujeres, una de las cuales fue Margaret. Otra de las cosas que se sabe, cuya relevancia vale por la impronta que dejó en la vida de la futura mujer doctor, es que el padre fue encarcelado y la madre tuvo que enfrentar una vida precaria, lo que puso a la pequeña Margaret bajo la tutela de su tío James Barry, de quien, posteriormente, adoptaría el nombre con el que pasó a la historia.

Ahora bien, aunque no quedan claros del todo los motivos por los que Margaret decidió convertirse en varón, parece ser que todo se originó a partir de la solicitud que la madre de Margaret hizo a su hermano, el pintor James Barry para procurar la educación de su hija. La referencia a estos sucesos —según la investigación realizada por el doctor Du Preez— está basada en una serie de cartas que aún se conservan y que, tal y como los comenta Milton Rizzi, nos permiten saber que "en abril de 1804, Mary Ann Bulkley, afrontando la bancarrota familiar, dictó una carta a su hija Margaret solicitándole ayuda a su hermano pintor, de una manera muy elegante, sin pedirle dinero sino facilidades educativas para su sobrina [...] Unos meses más tarde, otra carta [...] nos informa que en 1804 las Bulkley, madre e hija, vivían en Londres y que el tío Barry había discutido la educación de su sobrina con el erudito Edward Fryer, el revolucionario venezolano Francisco Miranda y el abogado Daniel Reardon".

Finalmente, sabemos también que "Margaret Ann Bulkley salió vestida de hombre para tomar un barco que la llevó a Edimburgo el 28 de noviembre de 1809. En la capital escocesa, nadie más allá de lord Buchan la conocía, y ya llegó allí como James Barry, sobrino del artista, y de Mary Anne Bulkley, su madre que pasó así a ser su tía". Justo en este instante parece gestarse lo que algunos han denominado la gran "conspiración" que la llevará a convertirse en una mujer doctor. La maquinación —si hubo tal— proviene de los prominentes personajes Fryer, Miranda, Reardon y Buchan con quienes el tío Barry habló en su momento. Tal cosa podría ser bastante verosímil si se toma en cuenta que este grupo se caracterizaba por sus ideas liberales y por la defensa que hacía de los derechos de la mujer, de tal modo que en nada nos habría de sorprender que el tío Barry y sus amigos apoyasen mediante el engaño de la mujer vestida de hombre sus más caras convicciones feministas. Se sabe que todos ellos a su manera, y desde distintos frentes, luchaban abiertamente por construir un marco social en el que fuese reconocida la libertad y la igualdad de los seres humanos.

James era a la sazón un controvertido pintor neoclasicista, Miranda formaba parte del ejército de liberación de los pueblos latinoamericanos, y el rico y noble Buchan era un filántropo que se ocupaba en escribir y publicar una revista en defensa de los derechos femeninos. Se puede decir de ellos que conforman un grupo francamente liberal y feminista: son críticos de las instituciones, denuncian los prejuicios y las costumbres de la sociedad, acusando a su época de timorata y retrógrada (sobre todo en lo relacionado con el trato a la mujer); y se muestran decididamente renovadores al participar activamente en la lucha por la igualdad de

la mujer ante la ley, apelando a su derecho al sufragio y a la educación superior. Urdir la trama de disfrazar a Margaret de hombre e introducirla en el seno de la universidad más prestigiosa de la época habla por sí sola de la firmeza de sus convicciones.

Barry recomienda a su sobrina a Miranda, quien, al quedar sorprendido por su inteligencia, le facilita el acceso a su biblioteca; al descubrir su vocación para la medicina, Buchan la dirige a su amigo, el médico sir Alexander Monro, quien fungirá como su padrino y velará por el éxito de sus estudios. La intriga comienza a mostrar su eficacia cuando el 14 de diciembre de 1809 la famosa Facultad de Medicina de Edimburgo acepta la solicitud de la joven Margaret, quien desde ese momento y por el resto de su vida asumirá la falsa identidad de James Barry.

El mítico sueño de ser mujer doctor se hacía realidad y, paradójicamente, una mentira terminaba por transformarse en verdad histórica: en 1812 Margaret Ann Bulkley, con la tesis *Merocele, vel Hernia Crurali*, dedicada a Francisco Miranda y a Lord Buchan, obtiene el título de médico con el nombre de James Miranda Stuart Barry. Este hecho la convierte en la primera mujer médica con título profesional en el mundo y, aun siendo que medie en ello una treta, nadie puede escatimarle semejante mérito. Seguramente, mantener oculta su condición femenina bajo ropajes varoniles no era tarea sencilla, pero menos aún lo era aprobar los exámenes y las pruebas a las que los estudiantes de la Facultad de Medicina de Edimburgo se sometían, pues por aquella época tal facultad era la más prestigiosa y, por lo mismo, también la más rigurosa: las clases se dictaban en su mayoría en latín y los estudios incluían cursos de anatomía, cirugía, química, botánica, filosofía natural,

farmacia y teoría y práctica médica, entre otras. Además, parece que Barry tomó cursos particulares de disección y cirugía militar.

Margaret también fue la primera médica que incluirá estudios de posgrado en su currículum, pues en 1912 vuelve a Londres y se matricula en los Hospitales Unidos de Guy y St. Thomas para completar sus estudios. Y aunque hay quienes han dicho que Barry no se matriculó en estos hospitales sino en el Colegio Real de Cirujanos, donde aprobó el examen de ingreso el 2 de julio de 1813, lo cierto es que esto no parece en modo alguno negar su matrícula en los Hospitales Unidos, pues es el caso que —como señala el doctor Milton Rizzi— es efectivamente en 1813 cuando es nombrada médico asistente e ingresa en las Fuerzas Armadas, lo que no contradice la afirmación de su permanencia en esa última institución.

Los logros de Barry hasta el momento podrían mostrar no solamente el éxito de la artimaña que la convirtió en varón (sólo eso ya le valdría el mérito de que su nombre pasara a formar parte de la historia de la medicina), sino también que fue la primera mujer con estudios universitarios formales y también la primera que ejercerá su carrera en el ejército. Además, su fama y reconocimiento como médico renovador y humanitario habrá de dejar huella en todos los sitios a los que fue destinada. Rodó prácticamente por todas las estaciones navales y destacamentos militares del Reino Unido, y "después de estar en África, el Caribe, Malta y Crimea" —como dice Alic— "fue nombrada inspector general de los hospitales canadienses en 1857". Se dice que el ya para entonces reconocido y excéntrico médico fue protagonista de un sinfín de aventuras que, debidas en parte a su carácter iracundo pero, sobre todo, a su

total congruencia con el ejercicio de los cargos que el ejército le asignaba y consciente de la importancia de su función, le dirigieron paradójicamente por el doble camino de la aceptación y el rechazo. Por una parte, su labor como médico le construirá la fama de humanista y solidario con el dolor humano; por la otra, justo por defender estos ideales, lo colocará como un crítico y detractor de los servicios médicos del ejército.

En la medida en que atacaba a las instituciones militares de salud en su búsqueda de renovar y mejorar las condiciones sanitarias de los soldados y de todas las poblaciones nativas de los lugares a los que era asignado, Barry se convertía en el blanco de las críticas que terminaron por conducirlo, en más de una ocasión, a protagonizar verdaderos escándalos personales y profesionales. Uno de ellos —quizá el más riesgoso para su carrera— fue el que lo llevó en 1836 hasta los tribunales militares, donde los jueces lo condenaron a ser degradado. Pese a ello, en 1838 fue nuevamente nombrado médico del Estado Mayor y enviado a la isla de Trinidad, donde permaneció hasta 1845, cuando al verse afectado por la fiebre amarilla obtuvo un año de licencia y regresó a Londres.

Un año después Barry viajó a Malta, donde en 1847 enfrentó una epidemia de cólera que le valió el reconocimiento y las felicitaciones del duque de Wellington. En 1851 fue ascendido a asistente de inspector general de hospitales y, finalmente, en 1857, con sesenta y dos años de edad, fue nombrado inspector general de hospitales en Canadá. Aunque allí sólo permaneció dos años —pues el clima terminó por minar su salud y lo hizo volver a Londres —, su estadía significó lo mismo que en todos los lugares del trópico donde había estado: su labor nuevamente se concentró en las reformas e innovaciones de los servicios de salud.

La gran aportación de Barry se encuentra justamente en la mejora de dichos servicios; en la medida en que todas esas reformas se caracterizaban por los enfrentamientos y escándalos, están señaladas las más de las veces por verdaderos actos de heroísmo, pues la lucha frontal con las instituciones y sus representantes ponía en riesgo no únicamente su prestigio como médico y funcionario, sino también su trabajo y su estatus en el ejército. De este modo, lo que lo llevó a ser degradado no respondía a otras razones que su afán de proteger y beneficiar la situación médica de los soldados y de la población.

Forma parte de este anecdotario el famoso duelo que sostuvo con uno de los opositores a la construcción de un lazareto en Ciudad del Cabo, en Sudáfrica. Casos como éstos dan cuenta de que la labor de James Barry como funcionario médico de las fuerzas armadas británicas tendía comúnmente a velar por el bienestar, el cuidado y la atención de los enfermos y a acrecentar los servicios higiénico-sanitarios que —según Rizzi— incluían acciones como "mejorar las condiciones de los dormitorios de los soldados, humanizar las prisiones y los asilos de dementes, mejorar los suministros médicos y el acceso al agua potable, crear facilidades para los deportes y fundar bibliotecas".

También se ha dicho que fue el primer cirujano que practicó exitosamente una operación cesárea al conseguir que madre e hijo vivieran, y al parecer el caso fue tan sorprendente que aquélla le puso a éste el nombre del doctor, lo que no pasaría de ser anecdótico si no fuese por el hecho de que hizo posible que el nombre de Barry se haya conservado a lo largo de varias generaciones hasta el presente. Estos y otros indicios de su práctica particular y de su ejercicio médico militar nos indican

que Margaret Ann fue una médica verdaderamente comprometida con su profesión; los hechos demuestran que en todos los lugares en donde estuvo primó en ella el humanismo y la solidaridad que la llevó en todo momento a combatir el dolor y la enfermedad.

Este periplo en la vida de James Barry concluyó con su regreso de Canadá en 1859; aunque todavía realizó un viaje a Jamaica uno o dos años después, a partir de 1862 residió en Londres, donde terminó sus días a la edad de setenta años. El doctor James Barry muere el 25 de julio de 1865 y, en ese momento, nace de nueva cuenta Margaret Ann Bulkley: "El periódico irlandés *Saunders*, el 14 de agosto de 1865, informó que el médico era en realidad una mujer que se había disfrazado como un hombre toda su vida". Pese al revuelo que causó el descubrimiento de su condición femenina, las autoridades decidieron enterrarlo bajo su supuesta identidad masculina, de modo que en el Cementerio Kensal Garden de Londres puede leerse en una lápida la siguiente inscripción: "James Barry. Inspector General de Hospitales. Muerto el 25 de julio de 1865".

Pero quizá nosotros debemos recordar que bajo esa lápida reposa en realidad el cuerpo de Margaret Ann Bulkley, quien sólo participando en la confabulación ideada por el cuarteto feminista pudo hacer realidad el sueño de convertirse en una mujer doctor. Al cabo la historia terminó tejiendo un mito fundacional de lo que hoy es moneda corriente: las mujeres médicas y militares ya nos son familiares, pero en la época de Margaret se necesitaba coraje, tenacidad, inteligencia e ingenio para lograrlo.

Los olvidados en la fisión nuclear

Arturo E. García Niño*

La historia de la ciencia, de sus aciertos y desaciertos, de sus aproximaciones y de las construcciones de variados objetos de estudio en la búsqueda permanente del conocimiento, es conflictiva de suyo. En un sentido, mediante su práctica se contribuye a la añeja confrontación entre civilización y barbarie, entre Ariel y Calibán, y alimenta la contradicción entre quienes transitan en pos de mayor y mejor información al servicio de lo humano y el oscurantismo de los grupos intolerantes vestidos con ropajes políticos o religiosos; en otro sentido, las fricciones se presentan al interior del propio gremio, en las disputas por ser el(los) primero(s) en conseguir el arribo a "algo", cuestión que conlleva, en muchas ocasiones, a plagios conscientes o a injusticias inconscientemente conscientes.

*Investigador del Instituto de Investigaciones Histórico-Sociales, Universidad Veracruzana.

Más aún, en muchas ocasiones los atisbos y aciertos de algunos que deciden por ética o temor no ir más allá de lo que ya saben devienen primeras piedras en el pavimentado de los caminos sobre los cuales otros echarán a andar los vehículos portadores del magno descubrimiento, y son estos otros quienes al darlo a conocer a la comunidad científica, en primera instancia, y a ese ente amorfo llamado opinión pública, después, obtienen la gloria en lo simbólico y en lo monetario. Atrás quedan siempre los nombres de aquellos que pudieron y que por las razones ya citadas no quisieron; o en otros casos, no tuvieron los recursos materiales para continuar.

Y aquí, los nombres de Lise Meitner, austriaca, y Ettore Majorana, italiano, se revelan como preclaras muestras de científicos que decidieron no ir más lejos en sus investigaciones por el temor a las fuerzas que podrían desatar si continuaban en sus pesquisas; ambos vislumbraron, como resultado de algunas capacidades innatas que se presentan de vez en cuando en algunas personas, los peligros que la fisión nuclear representaba y echaron por delante un *ethos*, el cual, por desgracia, no inundó a sus colegas, quienes terminaron sirviendo a los intereses políticos de los bandos enfrentados (el alemán y el estadounidense) durante la Segunda Guerra Mundial.

Lise Meitner o la injusticia para una mujer que sabía latín

Cuando en 1938 Lise Meitner tuvo que huir de la Alemania nazi rumbo a Suecia, dejó tras de sí su impronta en el trabajo que durante treinta años había desarrollado en unión con el químico Otto Hahn en el Instituto de Física Kaiser Wilhelm (el cual luego de la guerra se llamaría

Max Planck, en homenaje al científico pionero en los estudios sobre la naturaleza cuántica de la energía), donde aquél continuaría lo iniciado por los dos.

Hahn aplicó una sugerencia de la física y matemática austriaca (quien durante su estancia en la Universidad de Berlín tuvo que soportar el machismo y la misoginia de sus colegas y de la sociedad), y bombardeó uranio con neutrones; entonces observó la existencia de cierta radioactividad, como si la reacción del núcleo del uranio, al disgregarse en incontables pedazos, hubiera ido más allá de su transformación en el elemento bario. Ello le resultaba hasta ese momento extraño e inexplicable, aunque no así a Meitner, porque ella se había percatado de que el núcleo del uranio se había dividido sólo en dos partes (una de ellas era bario y la otra era kriptón), y que la división había liberado neutrones y una gran cantidad de energía. Se dio cuenta también de que la masa atómica del núcleo del uranio (238.03) era mayor que la del bario (137.34) y el kriptón (83.80) sumadas, lo que presentaba una evidente pérdida. Sin embargo, lo anterior era sólo aparente, porque al analizar las masas de los tres elementos enunciados saltó a su vista que ese faltante se había transformado en calor y luz, en una enorme cantidad de energía liberada a lo que llamó "fisión nuclear", o sea, la partición en dos del núcleo original.

La primera mujer graduada en física por la Universidad de Viena (1906) estaba anticipándose a lo que luego sería el gran descubrimiento utilizado por Estados Unidos de América para poner fin a la guerra que derrotó a los alemanes mediante el genocidio cometido en Hiroshima, cuando el Enola Gay dejó caer la primera bomba atómica de la historia.

Durante la segunda década del siglo XX, ya Meitner y Hahn habían descubierto el protactinio (Pa), con número atómico 91 y una masa atómica de 231, por lo que el prestigio de ambos era sólido y ganado a pulso en un medio que vivía sus mejores momentos, hasta que en octubre de 1928, el origen judío de Lise la obligó a huir de Alemania en compañía de su sobrino Otto Frisch, con rumbo al Instituto de Física de Estocolmo, gracias al apoyo prestado por Niels Bohr, físico danés descubridor de que todo átomo genera radiaciones electromagnéticas únicamente si un electrón pasa de un nivel cuántico a otro, basado en los trabajos de Plank, Rutherford y Meitner. Y mediante la ayuda de Bohr, Lise y Hahn se empezaron a reunir a escondidas en Copenhague, de cuyos encuentros emergió la sugerencia de ella llevada a cabo por Hahn. Así, a inicios de 1939, éste publicaría un texto (histórico y parteaguas al paso de los años) en la revista *Naturwissenschaften* (Ciencias naturales), firmado también por Fritz Strassmann, en el que exponía la obtención del bario como producto de la fisión del núcleo del uranio; el crédito a Lise no fue incluido.

Poco después, cuando Meitner y Frisch publicaron en *Nature* su descubrimiento, el mismo ya no tenía razón de ser: Hahn se lo había apropiado por completo al dar a conocer primero el hallazgo de Lise; cinco años más tarde ganaría por ello el Premio Nobel, el cual nunca recogió a pesar de las varias convocatorias para que lo hiciera (¿sería a causa de algún remordimiento de conciencia?). Lise Meitner continuaría su labor científica, nunca emitiría (por irrenunciable ética) protesta alguna contra Hahn, se negaría consecuentemente a participar con el equipo de Oppenheimer (estadounidense creador de la bomba atómica) en Los Álamos y dejaría de

trabajar unos cuantos años antes de morir en Cambridge, en 1968, a punto de cumplir los noventa años.

Ettore Majorana o el suicidio social como *ethos* científico

El 25 de marzo de 1938, en plena Italia fascista y bajo la psicosis de la guerra, Ettore Majorana, siciliano de treinta y dos años, genio, según algunos de sus compañeros como Enrico Fermi (Premio Nobel, quien descubrió la producción de elementos radioactivos a partir de bombardear varios elementos con neutrones y que éstos, despojados de su carga eléctrica, podían usarse como proyectiles), asiduo al Instituto de Física de Roma (ello a insistencia de Fermi y un tanto presionado por éste) sin pertenecer a su nómina, y profesor de física en la Universidad de Nápoles, se embarcó desde esta ciudad hacia Palermo y dejó dos cartas: una para Antonio Carelli, su jefe inmediato en la Universidad (donde le pedía disculpas por causarle problemas a él y a sus estudiantes a causa de su partida), y otra dirigida a la familia (les pedía no vestir de negro ni guardar luto por su desaparición más de tres días). Carelli recibió también un telegrama urgente de Majorana, desde Palermo, antes de que le llegara la misiva ya mencionada, donde Ettore le decía que no tomara en cuenta lo dicho en ésta; y le llegaría otra carta, fechada el 26 de marzo y escrita en papel membretado del Grand Hotel Sole, en la que el mismo Majorana le informaba que iba a renunciar a la docencia.

Según consta, Majorana se embarcó de Palermo a Nápoles a las 19:00 horas de ese 26 de marzo y llegó a su destino a las 5:45 del otro día. No se volvió a saber de él, y tres semanas después, su hermano Salvador acudió a las autoridades para reportar la desaparición

y solicitar la búsqueda. Ello motivó que buscaran primero el cadáver de un suicida y luego quizás a un enajenado mental, lo que de inicio restó importancia a la investigación, amén de que la policía italiana de entonces, como casi todas sus iguales de otros países y de todos los tiempos, dejó que los familiares fueran aportando datos a la pesquisa como colaboradores y bajo la coordinación de las autoridades judiciales.

De esta manera, el autor de la tesis *La teoría cuántica de núcleos radiactivos*, con la cual se graduó en Física Teórica por la Universidad de Roma bajo la dirección del profesor Fermi, se desvaneció para dar paso a una de las más interesantes leyendas que pueblan la historia de la ciencia. Majorana mantenía con el propio Fermi una permanente competencia y parecía no tomarse tan en serio el trabajo que el equipo de éste hacía; se sentía un tanto ajeno a ese grupo, pues a diferencia del equipo no buscaba sino encontraba; era naturalmente científico en tanto que los demás lo eran por voluntad propia; era extraño, teatral, excéntrico y anormal (fuera de la norma); fumador militante que utilizaba los envoltorios de cigarrillos para llevar a cabo complicadas operaciones y (¿con desdén, con ironía, como juego, como apuesta?) tirarlos al instante, ignorando el entusiasmo del sorprendido grupo que le pedía publicar el hallazgo. Así, dicen, pensó y definió antes que Heisenberg la teoría que lleva el nombre de éste, acerca del núcleo compuesto de protones y neutrones y luego, cuando Heisenberg dio a conocer sus resultados, Majorana no se indignó como el resto del grupo, al contrario: experimentó admiración por el alemán, lo que aprovechó Fermi para convencerlo de ir a Leipzig y encontrarse con Heisenberg.

Como "extraordinariamente cortés" definía Majorana a Heisenberg luego de su encuentro en enero de 1933,

en todas las cartas que envía desde Alemania hay una constante referencia a la amabilidad de su anfitrión y éste no perdía ocasión para alabar al italiano frente al gremio. Mantiene entonces una cotidiana relación con Heisenberg y sólo con él, porque los demás miembros del instituto afirman que casi nunca hablaba con nadie, ni a solas ni en las reuniones de trabajo. Quizás la relación se estableció porque Heisenberg era un filósofo que compartía con Majorana la seguridad de poder proyectar la bomba atómica y el miedo de que, posiblemente, los estadounidenses también, y aunque éstos siempre pensaron que el físico alemán era el único que podía construirla y acertaron, se equivocaron rotundamente porque pensaron siempre desde una lógica de la muerte y con la muerte, la que reproducía lo que decían estar combatiendo.

En cambio, Heisenberg ponía lo elementalmente humano por encima de todo, a diferencia de Oppenheimer y su patrón el general Groves, director del Manhattan Project, por ejemplo. Al paso del tiempo emergería la certeza de que la diferencia entre el uso que Hitler pudo hacer de la bomba y la que Truman hizo de ella estriba sólo en el nombre de las ciudades y la nacionalidad de las víctimas masacradas, porque las intenciones de ambos fueron siempre idénticas en todo sentido.

A su retorno de Alemania, en 1933, Majorana prácticamente se recluyó en su casa y sólo lo visitaron, ocasionalmente y con el ánimo de hacerlo salir de su retiro, Amaldi, Segrè y Gentile, miembros de grupo del Instituto, pero no lo lograron. Sin embargo, en los inicios de 1938 se presentó a un concurso por oposición para impartir clases en la Universidad de Nápoles, más por estropearles el juego a quienes ya tenían seguros los tres puestos ofrecidos y decididos de antemano que por el

interés de la docencia; y lo hizo, obligando a una serie de maniobras por parte de las autoridades universitarias, conducentes a que ni él ni los tres que iban a ser los ganadores quedaran fuera.

Los primeros tres meses de 1938 vivió en el Hotel Boloña mientras impartía sus clases y preparaba su desaparición, a la que acudió, por cierto, con todo el dinero que había sacado de su cuenta del banco y cinco meses de salario que había cobrado, así como con su pasaporte, lo que juega en contra de la hipótesis del suicidio y da pie a pensar en una huida sin destino conocido, o quizás en un suicidio social y no físico. Como quiera que sea, Ettore Majorana, sobrino del físico Quirino del mismo apellido, se dio por desaparecido y cinco años después, como estipulaba la ley en aquel entonces, se convirtió en un presunto muerto.

El peligro de la energía nuclear

"¡Pero esto no puede quererlo Dios!", exclamó Otto Hahn, dicen, cuando a fines de la década de 1930 se empezó a hablar acerca de la liberación de la energía atómica; Lise Meitner y Ettore Majorana lo supieron antes. Asimismo, tanto por la manera en que Meitner se recluyó en su trabajo de investigación y no aceptó nunca que se le relacionara con todo lo concerniente a la producción de la bomba atómica (recordemos que se negó a trabajar en Los Álamos), como por el suicidio social de Majorana, quien cuando se enteró de la publicación de la Teoría de Heisenberg (la cual, no olvidemos, el italiano se negó a publicar sabiéndola primero) expuso que era todo lo que se podía haber dicho y que, incluso, era demasiado (refiriéndose a que decir más entrañaba gran riesgo), podemos concluir que

decidieron no proseguir ante el peligro que sabían iban a generar liberando la energía nuclear, y que lo hicieron por algo que desgraciadamente no abunda en el terreno de la investigación científica contemporánea: por simple razón y justa ética (la tal razón que supuestamente nos diferencia a los humanos del resto de los seres vivos) por encima de egos e intereses y bajo la égida del amor al hombre y a la tan manoseada ciencia; nada más, pero nada menos.

De la salud

Obesidad: enemiga de la masculinidad
Ángel Guzmán
Enrique Meza
Rossana Citlali Zepeda
Mario Caba
Stefan Waliszewski

Las enfermedades del olfato
Lizbeth Donají Chi Castañeda
Enrique Meza
Mario Caba
Rossana Citlali Zepeda

Antioxidantes: lo que no mata ¿fortalece?
Irene Lagunes
Ángel Trigos

Plásticos causantes de sobrepeso y obesidad
Nohemí Hernández Rojas
Enrique Méndez Bolaina

Obesidad: enemiga de la masculinidad

Ángel Guzmán*
Enrique Meza**
Rossana Citlali Zepeda**
Mario Caba**
Stefan Waliszewski***

A partir del punto de vista biológico, el rasgo más distintivo del hombre es la testosterona, la hormona de la masculinidad. Pero atención: la vida moderna, particularmente los —malos— hábitos alimenticios la están amenazando. La obesidad está asociada a bajos niveles de testosterona y esto conlleva a un círculo vicioso que incluye problemas como el síndrome metabólico y, al mismo tiempo, un notable deterioro de la calidad de la vida sexual. La obesidad es un enemigo declarado de la masculinidad.

Desde la permanencia en el útero, la testosterona comienza a ejercer acciones importantes que dirigen el desarrollo del feto hacia el sexo masculino. En la pubertad y en la edad adulta es la responsable de la aparición de los caracteres sexuales secundarios y

*Licenciado en Enfermería, Universidad Veracruzana.
**Profesores e investigadores del Centro de Investigaciones Biomédicas, UV.
***Profesora e investigadora del Instituto de Medicina Forense y del Doctorado en Ciencias Biomédicas, UV.

de sostener la vida sexual y reproductiva. Se produce principalmente en las células de Leydig en los testículos, y químicamente es un esteroide que pertenece a un grupo de otras hormonas sexuales, entre las que forman parte el estradiol y la progesterona, hormonas eminentemente femeninas. Todas ellas derivan del colesterol.

Actualmente, escuchar la palabra colesterol nos evoca ideas negativas relacionadas con enfermedades cardiovasculares. Es cierto, el colesterol es nocivo para la salud cuando se encuentra en exceso en el organismo, sin embargo, resulta muy importante para la vida, pues es un componente esencial de las membranas celulares y para la síntesis de las hormonas esteroides.

Para el hombre los beneficios de la testosterona son múltiples: modula los niveles de glucosa e insulina; mantiene la densidad ósea, la distribución de la grasa muscular, la producción de glóbulos rojos, la fuerza y la musculatura, la producción de espermatozoides, el crecimiento del vello facial y corporal, la agresión, el deseo y la ejecución sexual. Estos beneficios de la testosterona se observan de manera dramática cuando se contrastan en hombres que son incapaces de producirla o producen cantidades muy bajas, como consecuencia de un problema en el funcionamiento de sus gónadas denominado hipogonadismo. Las secuelas son enormes, teniendo en cuenta las múltiples acciones ya mencionadas, y derivan en la infertilidad.

Como todo en la vida, la testosterona tiene un ciclo. Sus niveles son variables a lo largo de la existencia del individuo; se incrementan notablemente al inicio de la pubertad y alcanzan un máximo durante la adolescencia y la juventud. Alrededor de los treinta años sus niveles comienzan a declinar y se calcula que disminuyen alrededor de 1% cada año, alcanzando sus niveles más

bajos aproximadamente a partir de los setenta años. Este descenso es un ciclo normal de la vida. Sin embargo, sus niveles pueden descender aún más en jóvenes y adultos cuando no deberían estar tan bajos. Esto es una señal de alerta; el culpable: la obesidad.

La obesidad importada

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define a la obesidad como la acumulación anormal o excesiva de grasa que presenta un riesgo para la salud. Indica parámetros concretos para su determinación con base en el Índice de Masa Corporal (IMC). Éste se calcula fácilmente dividiendo el peso corporal en kilogramos entre la altura en metros al cuadrado. Una persona con IMC de 20-24 se considera normal, después de 25 se considera con sobrepeso y de 30 o más es obesa. Hace algunos años, nuestro país ocupaba el segundo lugar mundial en sobrepeso y obesidad hasta lograr —gracias a nuestro esfuerzo— ahora el primer lugar. De acuerdo con datos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), en México, en 2010, 69.5% de la población mayor de quince años padecía sobrepeso u obesidad, superando a Estados Unidos de América que tenía 67.3 por ciento.

¿Cuál es la causa? Se cree que es una consecuencia del Tratado de Libre Comercio (TLC) de México con Canadá y Estados Unidos de América (NAFTA, por sus siglas en inglés) que entró en vigor en 1994, particularmente por la asociación con este último país. Esta percepción no es errónea, fue confirmada por el Instituto de Agricultura y Política Comercial (IATP, por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos de América, que publicó en 2012 un reporte denominado "Exportando obesidad, de Estados Unidos a México". A partir de

dicho tratado se han enviado cantidades masivas de algunos productos que en nuestro país impactaron en la obesidad, al consumirse una diversidad de alimentos abundantes en calorías, pero poco nutritivos, lo que se llama comúnmente "calorías baratas".

En el reporte de IATP se menciona que México se encuentra en una nutrición en transición, caracterizada por un incremento exagerado en el consumo de calorías que va paralelo al desarrollo de enfermedades crónicas. Esta circunstancia se está presentando en países en desarrollo como el nuestro, donde hasta hace poco la principal preocupación en relación con los alimentos era su desabasto, la desnutrición y el hambre crónica.

El caso de los refrescos embotellados del tipo de los que nos estimulan a "tomar lo bueno de la vida" es doblemente interesante. El maíz y sus derivados es uno de los alimentos mencionados que se benefició del TLC. Después de una disputa inicial con Estados Unidos de América que se resolvió en el 2006, México recibe cantidades masivas de alta fructosa de jarabe de maíz para endulzar básicamente refrescos. ¿Cuál es el problema si saben sabrosísimos? El doctor Chi-Tang Ho de la Universidad de Rutgers en Nueva Jersey, EE. UU., descubrió que bebidas endulzadas con dicha fructosa tienen una cantidad elevadísima de unos compuestos llamados carbonilos reactivos. El doctor Ho postuló en un congreso de la American Chemical Society que el consumo de estas bebidas puede incrementar el desarrollo de diabetes.

Aunque la evidencia inicial por ahora parece clara, tomará todavía algún tiempo hacer más experimentos para establecer esta relación de manera contundente. Además, esto enfrenta otros retos probablemente más importantes, ya que las compañías refresqueras son cada

día más poderosas, además de los intereses económicos del NAFTA. Pero aunque se llegara a establecer con base en evidencias científicas lo dañino de los refrescos, es improbable que dejaran de estar disponibles o que la población cesara de consumirlos. Basta observar qué sucede con los cigarrillos; está claramente demostrado que producen cáncer —como se indica en la cajetilla— y se continúan ofreciendo y consumiendo.

Mientras, nuestro país es el campeón mundial en el consumo de refresco, más de ciento dieciocho litros por persona en el año, superando en 40% a los EE. UU. Tal parece que, en tanto no se tomen decisiones drásticas y realistas, el problema seguirá en aumento. Entonces, el panorama en un futuro no muy lejano será frente a una crisis sin precedente en salud pública. De acuerdo con la Federación Internacional de la Diabetes, los problemas de sobrepeso, obesidad y diabetes se inscriben en un grupo de padecimientos denominado síndrome metabólico, asociado con bajos niveles de testosterona en los hombres. Una persona considerada con síndrome metabólico debe tener al menos tres de los siguientes cuatro criterios: circunferencia abdominal, triglicéridos, presión sanguínea y glucosa sanguínea elevados.

Sobrepeso = baja masculinidad

La doctora Paresh Dandona, de la State University of New York, publicó en 2010 en la revista *Diabetes Care* que los hombres obesos, ya sean diabéticos o no, tienen muy bajos niveles de testosterona en la sangre, lo que revela una relación inversa entre el IMC y la testosterona. Pero, ¿cuál es la causa de la baja de la testosterona? Se ha sugerido que el aumento de la masa de tejido adiposo resulta en un incremento en la actividad de una enzima llamada aromatasa, la cual convierte la

testosterona en estradiol, una hormona eminentemente femenina. El resultado es que mayores cantidades de testosterona se convierten en estradiol. Se propicia, pues, una cascada de eventos negativos para el hombre. El estradiol incita una supresión de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) en una zona del cerebro que se llama hipotálamo. Esta hormona estimula la síntesis de la hormona luteinizante, la cual induce a la síntesis de testosterona y la producción de espermatozoides en los testículos. El resultado es una disminución en los niveles de testosterona circulante.

Adicionalmente, la testosterona promueve el desarrollo de las células musculares e inhibe el de las células grasas a partir de nuestras células madre, lo que incrementa la masa muscular, mientras que una deficiencia de testosterona incrementa la masa de grasa. En general, la disminución de la testosterona como resultado del aumento en la actividad de la aromatasa conduce a un ciclo que promueve un aumento de adipocitos y la deposición de grasa que gradualmente lleva a una aminoración en los niveles de testosterona, con las consecuencias señaladas.

Otro factor que afecta las concentraciones de testosterona es la resistencia a la insulina en los pacientes diabéticos. A nivel hipotalámico este problema resulta en hipogonadismo, un mecanismo similar al ya mencionado, a través de inhibir a la GnRH, lo cual finalmente perjudica la producción de testosterona. En este sentido, los mexicanos están en desventaja. Recientemente, el Instituto Nacional de Medicina Genómica anunció que los mexicanos tienen genes que nos predisponen a padecer diabetes.

Aún se está entendiendo esta relación entre el sobrepeso, la obesidad, la diabetes y, en general, los

componentes del síndrome metabólico y los bajos niveles de testosterona. Por lo pronto, la evidencia indica que todos estos factores están vinculados y la relación es bidireccional entre ellos. Por ejemplo, se ha demostrado que los jóvenes con sobrepeso y los obesos tienen una reducción en el conteo espermático. Una terapia con testosterona disminuye el colesterol, las lipoproteínas de baja densidad, la resistencia a la insulina, la masa de grasa corporal, la circunferencia abdominal y mejora la función sexual. Pero hay un tercer factor amenazante, se trata de la fisiología propia de la hormona. Como se dijo, a partir de los treinta años comienza un declive constante de sus concentraciones.

Cabe destacar el sumo cuidado respecto al sobrepeso, que puede conducirnos a la obesidad, asociado a elementos del síndrome metabólico que representan un gran riesgo para la salud. Además, es un enemigo de la masculinidad. ¿Pero qué podemos hacer? En principio, debemos mantener un balance energético entre las calorías consumidas y las usadas. Para controlar el consumo de calorías se deben ingerir grasas no saturadas y evitar las saturadas. Incrementar la ingestión de frutas, vegetales, legumbres, granos enteros y nueces, limitando los azúcares. Hacer ejercicio, al menos treinta minutos de actividad moderada a intensa la mayoría de los días. Por ahora no podemos mejorar nuestros genes relacionados a la diabetes ni parar la lenta disminución de la testosterona que ocurre con la edad, pero sí cuidar nuestros hábitos alimenticios, comenzando por no acompañar nuestra comida con un refresquito embotellado.

Las enfermedades del olfato

Lizbeth Donají Chi Castañeda*
Enrique Meza**
Mario Caba**
Rossana Citlali Zepeda**

Hay en el perfume una fuerza de persuasión más fuerte que las palabras, el destello de las miradas, los sentimientos y la voluntad.
Patrick Süskind, *El perfume*.

Los seres vivos estamos constantemente expuestos a una inmensa cantidad de sustancias que se encuentran en el ambiente y que percibimos gracias al sentido del olfato. A través de éste podemos distinguir desde aromas de alimentos suculentos y fragancias de perfumes, hasta olores desagradables. Cuando hay humo en el ambiente percibimos un "olor a quemado", aun cuando la fuente del fuego no se encuentre cerca de nosotros ni sea accesible a los demás sentidos, como la vista o el tacto; con el olfato podemos ubicar su origen y eliminarlo, o alejarnos del lugar rápidamente. En este sentido, el olfato es indispensable para la supervivencia, pero

*Licenciada en Químico Farmacéutico Biólogo, Universidad Veracruzana.
**Profesores e investigadores en el Centro de Investigaciones Biomédicas, UV.

también para la comunicación interpersonal y el consumo de alimentos y líquidos, es decir, para relacionarnos de manera óptima con nuestro entorno.

El olfato es considerado como un sentido químico, ya que percibimos los olores como consecuencia de la interacción directa de los compuestos químicos con las células del epitelio olfatorio, ubicado dentro de nuestra cavidad nasal. La anatomía del sistema olfatorio es similar en la mayoría de los vertebrados. De manera general, está conformado en el exterior por las narinas, la cavidad nasal y los receptores olfatorios, los cuales comunican el interior del cerebro con el bulbo olfatorio, que a su vez lleva la señal olfativa a través del tracto olfatorio lateral hacia diversas partes del sistema nervioso central para su procesamiento.

La percepción de los olores comienza en las células receptoras olfativas, ubicadas en la parte profunda de la nariz. En los mamíferos se han identificado más de mil proteínas receptoras diferentes que se expresan únicamente en las células receptoras olfatorias, las cuales son las encargadas de recibir los estímulos odoríferos que provienen del medio ambiente. Sin embargo, cada célula receptora expresa individualmente una o algunas proteínas receptoras confiriéndoles una especificidad de recepción del estímulo.

Las células que contienen los receptores olfatorios están en el epitelio olfatorio, por lo que se encuentran directamente expuestas a las condiciones ambientales, como temperatura, toxinas, daños físicos, entre otros. Ésta podría ser la razón por la que dichas células se regeneran constantemente, capacidad que disminuye con la edad y deteriora la sensibilidad a los olores e incrementa la susceptibilidad del sistema olfatorio a las infecciones virales.

La sensibilidad olfativa, al menos en los humanos, depende de la edad y del género. Las mujeres tienen una capacidad olfativa superior a la de los hombres. La razón exacta se desconoce; sin embargo, se ha especulado que las diferencias hormonales entre ambos sexos podrían ser la causa, debido a que la capacidad olfativa en las mujeres fluctúa durante el ciclo menstrual y el embarazo. Otra explicación es que las mujeres tienen mayor conciencia social respecto del olfato, es decir, muestran más interés que los hombres por los olores como señales sociales. Ambas teorías siguen en debate.

La predominancia del sentido del olfato sobre los demás sentidos varía dependiendo de la especie. En el humano, el olfato es el sentido más desarrollado en el momento de nacer y gracias a él somos capaces de reconocer a nuestra madre, de mantener una intercomunicación con ella y de establecer una gran cantidad de conductas sociales. Aunque con el paso del tiempo la visión adquiere mayor importancia, el olfato sigue siendo uno de los sentidos esenciales en la vida diaria.

Aun cuando la capacidad humana de discriminar olores es limitada en relación con otras especies animales, podemos percibir miles de olores diferentes. Por otra parte, el olfato es un sentido que se puede entrenar, como se demuestra con los creadores de perfumes, quienes son capaces de diferenciar alrededor de cinco mil fragancias diferentes, mientras que los catadores de vinos pueden identificar alrededor de cien componentes del sabor de un vino con base en combinaciones de sabor y aroma.

Al igual que el resto de los órganos que integran nuestro cuerpo, el olfato también puede enfermar. Las alteraciones en el sentido del olfato son modificaciones en la capacidad de percepción de los estímulos odoríferos

y pueden dividirse en cuantitativas y cualitativas. Las cuantitativas consisten en la pérdida total (anosmia) o parcial (hiposmia) del olfato y el aumento en la intensidad de la percepción de los olores (hiperosmia). Por su parte, las modificaciones cualitativas se refieren a la percepción errónea de un olor, generalmente desagradable (parosmia), la percepción equivocada de los olores (disosmia) y la percepción de un olor cuando no existe (fantosmia).

La anosmia y la hiposmia suelen ser los primeros síntomas en pacientes con enfermedades como alzheimer, parkinson y huntington. La hiposmia es la alteración del olfato más común, mientras que la hiperosmia es muy rara y se asocia principalmente a la exposición a vapores tóxicos y al padecimiento crónico de migrañas. Por lo general, las mujeres embarazadas presentan la parosmia, que altera los caracteres de ciertos olores haciéndolos desagradables y aversivos, lo cual ha sido interpretado como un mecanismo protector de las madres hacia algunos agentes del medio ambiente que podrían dañar a los bebés. La parosmia se asocia también a la reducción de la sensibilidad olfativa que ocurre comúnmente después de infecciones virales de las vías respiratorias altas o de golpes en la cabeza; en casos muy raros, la parosmia puede ser causada por sinusitis. La fantosmia, por otro lado, es típica en algunas enfermedades psiquiátricas, como la esquizofrenia.

Las alteraciones del olfato pueden tener orígenes muy diversos. Entre las causas más frecuentes de pérdida repentina del olfato se encuentran las infecciones virales o bacterianas, las cuales pueden ser producto del resfriado común; sinusitis paranasal, traumatismos cráneo-encefálicos, inhalación de tóxicos, administración de algunos medicamentos, enfermedades sistémicas como

rinitis, hipertensión arterial, o problemas digestivos como la dispepsia. Existen otras causas menos frecuentes de desórdenes olfativos, como la anosmia congénita, epilepsia, sarcoidosis, lupus eritematoso, hipotiroidismo, diabetes, falla hepática o renal y formación de tumores, incluso las cirugías estéticas pueden causar pérdida temporal del olfato.

En la mayoría de las enfermedades neurodegenerativas hay cambios neuropatológicos en ciertas áreas del cerebro asociadas al procesamiento de los olores, por lo que la pérdida del olfato puede ser un importante síntoma temprano para la detección de este tipo de enfermedades. Otros factores asociados a la pérdida del olfato son la edad y el tabaquismo; al aumentar la edad es mayor la posibilidad de pérdida del olfato y menor la probabilidad de recuperación. Además, los fumadores tienen una menor capacidad olfativa —cerca de seis veces menos — en comparación con los no fumadores, dependiendo de la cantidad de cigarros fumados y el tiempo de consumo.

El diagnóstico de las alteraciones olfativas inicia con la reconstrucción detallada de la historia clínica de los pacientes, la cual deberá incluir preguntas acerca de sus hábitos sociales y alimenticios (como fumar o ingerir bebidas alcohólicas); también es importante determinar si han sufrido accidentes, se han sometido a cirugías, enfermedades que padecen o han padecido y qué tipo de medicamentos están tomando o han tomado con anterioridad. En el caso de los desórdenes cualitativos, es necesario conocer la periodicidad e intensidad con que se presentan los eventos de percepción de olores, además de las consecuencias de estos eventos en la vida diaria del paciente.

Posteriormente se continúa con la exploración física, y de ser necesario pueden emplearse otras técnicas más completas, como endoscopías, tomografías y radiografías, que permiten conocer el origen del problema olfatorio. En algunos casos, la disminución de la capacidad olfativa se debe a una obstrucción nasal que bloquea el acceso de las moléculas odorantes al epitelio olfativo. En casos severos, es conveniente acudir a una revisión neurológica, ya que, como se mencionó, la anosmia y la hiposmia suelen ser un síntoma temprano de enfermedades neurodegenerativas.

El tratamiento de la disfunción olfativa dependerá del motivo que ocasione el trastorno. En aquellos pacientes cuyas causas de pérdida del olfato son las enfermedades respiratorias transitorias o el traumatismo, la recuperación puede ocurrir de manera espontánea, pero el tiempo de duración es diferente para cada paciente. Algunos pacientes se recuperan al realizar cambios en los medicamentos que afectan el sentido del olfato, y otros cuando se resuelve la enfermedad que genera el problema.

La mayoría de las personas menores de sesenta años se recupera rápidamente debido a la gran capacidad de regeneración de las células olfativas; empero, las personas de edad más avanzada pueden tener una recuperación lenta e incluso parcial. En pacientes con disfunción olfativa causada por enfermedad renal crónica se observa mejoría desde la primera hemodiálisis. Existen además otras terapias que utilizan antiinflamatorios esteroidales e incluso, de ser necesario, tratamiento quirúrgico.

Cada año se reportan alrededor de doscientos mil casos de alteraciones del olfato en el mundo y, aproximadamente, en 25% de ellos disminuye la

calidad de vida de quienes las padecen, debido a que tienen problemas para cocinar, falta de apetito y bajo interés por la comida; además, muestran dificultades para socializar en su vida cotidiana y pueden llegar a deprimirse.

Aunque los problemas de olfato en la población tienen mayor prevalencia de lo que aparentan, no han sido estudiados en la clínica con igual profundidad que como se ha hecho con las alteraciones en otros órganos de los sentidos. Sin embargo, los estudios clínicos y epidemiológicos son suficientes para abordar el problema y tomar las medidas necesarias que permitan establecer métodos de diagnóstico, tratamiento y prevención de estas enfermedades.

Antioxidantes: lo que no mata ¿fortalece?

Irene Lagunes*
Ángel Trigos**

Estrés oxidativo, alzheimer, enfermedades del corazón y cierto tipo de cáncer son algunos de los padecimientos que el consumo de alimentos con capacidad antioxidante pueden prevenir y brindar múltiples beneficios a nuestra salud.

Y ¡salud!, exclamamos todos los que en la sobremesa compartimos una excelente charla acompañados de un buen Merlot. Pero —coincidimos los presentes— ¿es en realidad por las campañas publicitarias de infinidad de productos alimenticios que conocemos los posibles beneficios que los antioxidantes aportan a nuestra salud? Continuando con la velada, se inició una charla que, acompañada de risas y bromas, fue convirtiéndose en un intenso debate respecto al consumo de antioxidantes.

*Estudiante de Doctorado en Ciencias Biomédicas, Universidad Veracruzana.
**Investigador del Centro de Investigaciones Biomédicas y Director del Laboratorio de Alta Tecnología de Xalapa (LATEX), UV.

Hubo quien opinó: "esto de los antioxidantes no es más que una moda", argumentando que en las viejas generaciones el padecimiento de enfermedades como alzheimer o cáncer era poco común. A lo que inmediatamente alguien debatió: "porque la calidad de vida era otra. En la actualidad, el ritmo de vida acelerado en las ciudades, el estrés del trabajo y nuestra mala alimentación nos obligan a estar sobreprotegidos; por eso yo, además de mis suplementos antioxidantes, de vez en cuando me consiento con un vinito, como dicen: lo que no me mata, me fortalece".

Esta célebre frase de Nietzsche ha permanecido en nuestra cabeza desde entonces. No obstante, nos hace cuestionarnos qué tan válido es para nuestro organismo estar sobreprotegido: ¿se pueden acumular provisiones de antioxidantes para cuando hagan falta?

Sin duda, el aumento en el consumo de antioxidantes en nuestra dieta diaria tiene como principal función reforzar sistemas antioxidantes endógenos y reducir los daños que el estrés oxidativo puede ocasionar a las células de nuestro organismo. Esto, estimado lector, es lo que la mayoría de las campañas publicitarias promueven. Para entender qué es el estrés oxidativo, primero es importante saber que, como todo en la naturaleza, el correcto funcionamiento de nuestro organismo está basado en un equilibrio. El estrés oxidativo ocurre cuando es alterado el equilibrio entre antioxidantes y prooxidantes, a favor de estos últimos. De manera general, los prooxidantes son conocidos como especies reactivas del oxígeno o ROS (de las siglas en inglés de Reactive Oxygen Species), y dentro de éstos se incluyen los radicales libres.

Un radical libre es una especie que posee al menos un electrón desapareado en uno de sus orbitales, por lo cual es altamente reactivo; es decir, imagina aquel

tradicional juego infantil de las sillas, donde éstas se colocan en grupo formando un círculo con los respaldos hacia adentro y cada jugador se sitúa delante de cada una de ellas. Al iniciar la música se retira una silla y los jugadores giran alrededor de las restantes. La música se detiene y cada jugador se sienta en una silla. Sin embargo, un jugador no lo logrará y hará todo lo posible por ganar un lugar, aunque tenga que jalar o empujar a otro jugador. Pues de la misma manera en la que el jugador que se ha quedado sin silla busca desesperadamente una para sentarse, un radical libre busca un electrón para aparearse.

A diferencia del juego de las sillas, en donde es eliminado el jugador que no logra sentarse a tiempo, un radical libre, en su necesidad de recuperar el electrón perdido, es capaz de unirse a moléculas de nuestro organismo, como lípidos o proteínas, y ocasionar su oxidación. Es aquí donde los antioxidantes tienen una función importante en el organismo, porque atrapan los radicales libres que se han formado, es decir, ceden el electrón que necesitan los radicales libres y de esta manera son eliminados. Volviendo al juego de las sillas, sería como incorporar una silla más y evitar así los empujones o jaloneos entre jugadores. Cabe destacar que si no hubiera un jugador sobrante, entonces no habría necesidad de agregar una silla; igualmente, si no hay un radical libre, no habrá necesidad de ingerir un exceso de antioxidantes. Los niveles de antioxidantes y prooxidantes deben estar en equilibrio para evitar el estrés oxidativo en nuestro organismo; por el contrario, sobreprotegerlo en sus niveles de antioxidantes implicaría generar también un desbalance, sólo que en esta ocasión a favor de los antioxidantes.

Existen cada vez más opiniones contrapuestas a lo que tradicionalmente sabemos sobre los beneficios que el consumo de suplementos antioxidantes puede brindar a la salud. Se insiste en mencionar que se trata de estar en equilibrio, así que un exceso en los niveles antioxidantes puede interferir con algunos mecanismos de defensa de nuestro organismo. También es importante considerar que, debido a que este tipo de suplementos no son sometidos a las mismas pruebas que los fármacos, poco se sabe sobre su absorción, metabolismo o posibles interacciones con otros compuestos, incluso, no se puede tener certeza respecto a lo que se ingiere.

Antes de reflexionar sobre la necesidad de tomar algún suplemento antioxidante, recuerda que lo realmente cierto es que una dieta balanceada proporciona los niveles antioxidantes necesarios para que nuestro organismo funcione correctamente. De ahora en adelante, primero considera que la frase "lo que no mata, fortalece" tiene sus limitaciones, sobre todo si se habla del consumo de suplementos antioxidantes. Mientras tanto, en la próxima sobremesa será divertido jugar a las sillas para aclarar este punto.

Plásticos causantes de sobrepeso y obesidad

Nohemí Hernández Rojas*
Enrique Méndez Bolaina**

Lo que nos mete en problemas no es lo que no sabemos, es lo que sabemos con seguridad pero que no es así.
Mark Twain.

Desde 1860 los índices de sobrepeso y obesidad comenzaron a incrementarse rápidamente. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) la obesidad es "la acumulación anormal o excesiva de grasa que afecta a la salud". Es causada por el consumo acelerado y desproporcionado de alimentos hipercalóricos, ricos en grasa, así como por el sedentarismo que cada día va en aumento debido a la creciente urbanización, lo cual provoca un desequilibrio energético entre las calorías consumidas y las calorías gastadas. Esta enfermedad se ha convertido en uno de los problemas de salud más importantes en el mundo en niños, adolescentes y adultos.

*Licenciada en Químico Farmacéutico Biólogo, Universidad Veracruzana.
**Profesor e investigador en la Facultad de Ciencias Químicas y Centro de Investigaciones Biomédicas-Doctorado en Ciencias Biomédicas, UV.

Estudios han evidenciado que los plásticos que usamos diariamente contienen sustancias llamadas disruptores endócrinos, las cuales afectan el metabolismo del cuerpo, causando, entre otro efectos, aumento de peso; además, pueden afectar procesos neurológicos, inmunológicos y reproductivos de los organismos, siendo el principal compuesto el Bisfenol A (BPA) por ser el más usado para fabricar plásticos, aunque también hay otras sustancias con actividad disruptora, tales como Dietilestilbestrol (DES), Ftalatos e Isoflavonas.

En 1983 se publicó el primer estudio en animales en el que se mostró que la exposición al BPA causaba efectos nocivos al ser humano; incluso se relacionó la exposición a este compuesto con cáncer, pero no se aceptó por completo debido a la falta de evidencia. Fue hasta 1997, después de diversos estudios publicados en años anteriores sobre los efectos dañinos del BPA, cuando la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés) y la Agencia de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos (FDA, por sus siglas en inglés) aceptaron la evidencia presentada por los más de veinte estudios donde quedó demostrado que el BPA puede producir cáncer de próstata. La FDA reveló que doce de catorce latas contenían BPA por encima de los niveles autorizados (50 mg/kg); aunque desde 1993 la EPA estableció el Nivel Mínimo de Efecto Adverso Observable del BPA con una dosis de 50 μg/kg/día en animales. En el humano, por tanto, no se ha definido un valor de toxicidad en cuanto a letalidad, pero sí un valor máximo de consumo diario. De acuerdo con la Autoridad Europea para la Seguridad Alimentaria (EFSA, por sus siglas en inglés) este valor es de 0.05 mg/kg/día y de 0.06 mg/kg/día establecido por la EPA.

En 2010, Canadá y la Unión Europea eliminaron al BPA de sus anaqueles y de la producción de plásticos. Posteriormente, países como Japón, Australia, China, Colombia y Nueva Zelanda prohibieron su utilización, principalmente en biberones y en utensilios de plástico.

Actualmente existen más de doscientos estudios de labo-ratorio, incluyendo evaluaciones realizadas por la FDA, EPA, EFSA y OMS, en los que se demuestra que el BPA actúa imitando a la hormona natural 17β-estradiol, alterando el metabolismo lipídico y de la glucosa. De la misma manera, al activar las vías alternas de los receptores de estrógeno, altera la función de componentes clave que participan en el metabolismo de las células β-pancreáticas (células que segregan la insulina) y adipocitos (células grasas).

En estudios realizados en niños y jóvenes de seis a diecinueve años de edad, encontraron una asociación entre las concentraciones urinarias de BPA y los Índices de Masa Corporal, mostrando que los que presentaban obesidad habían tenido una fuerte exposición a BPA, y no se encontró una relación con otros fenoles ambientales, como los que existen en jabones o protectores solares. Otra fuerte relación es la exposición en etapas prenatales, postnatales y pubertad, cuando son más susceptibles a desarrollar sobrepeso y obesidad, ya que en estas etapas los órganos se encuentran en desarrollo y son extremadamente sensibles a todos los productos químicos, principalmente los que tienen una actividad similar a las hormonas.

Durante la edad adulta, debido al mecanismo de disrupción endócrina que presenta este compuesto, la exposición al BPA modifica la sensibilidad a la insulina y la secreción de la misma. En dosis menores a 10 mg/kg/día estimula la secreción rápida de insulina en las células

β-pancreáticas, pero al mismo tiempo, la hipersecreción prolongada de insulina es seguida por una resistencia a la insulina, lo cual puede conducir al desarrollarlo de Diabetes Mellitus Tipo 2 (DM2).

¿Qué es el BPA?

Es un compuesto químico que se utiliza en la fabricación de productos de plástico, principalmente de policarbonato, y el recubrimiento de latas que contienen alimentos; al año se utilizan cerca de dos millones de toneladas en el mundo. El BPA como polímero es estable e inactivo, pero al ser utilizado en los plásticos tiene la capacidad de migrar en pequeñas cantidades a los alimentos y las bebidas que se encuentran en estos envases a causa de la exposición a temperaturas altas y cambios en el pH (muy ácido o muy básico) o cuando se deforman estos envases de plástico.

¿Qué tipos de plásticos son seguros?

En México no existe una regulación para la fabricación de plásticos libre de BPA, como en Canadá, Europa y China, en donde se prohibe el uso de este compuesto para la manufactura de productos de plástico y, sobre todo, su ocupación en el recubrimiento de latas para alimentos, en biberones y juguetes para bebés. En veinte estados de los Estados Unidos de América se han presentado proyectos de nuevas leyes para reducir la exposición al BPA en toda la población.

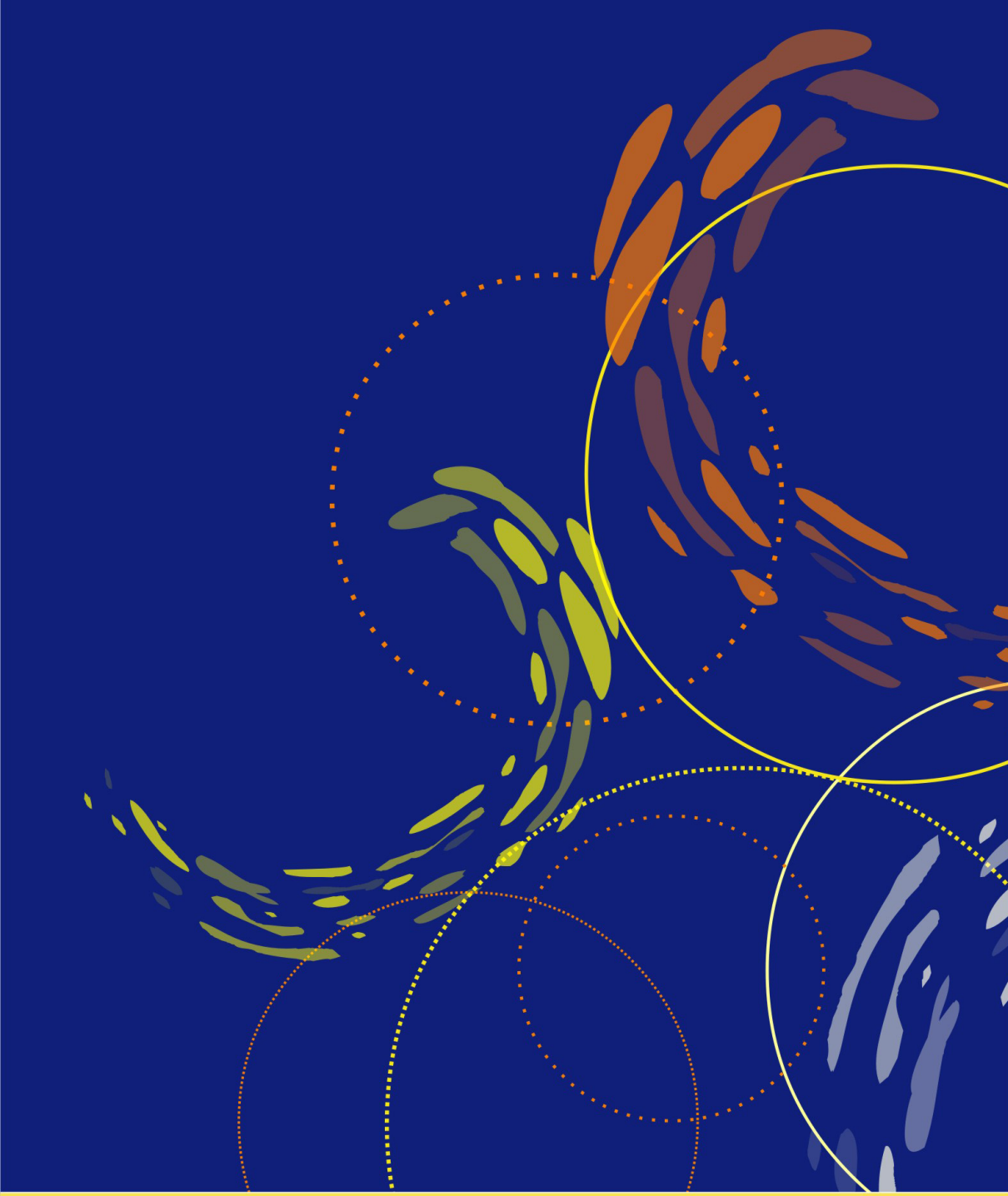
Una manera sencilla de identificar los productos plásticos seguros para utilizar son aquellos que poseen la leyenda “BPA Free” o “0% Bisphenol A”, esto indica que estos productos no contienen BPA. Si carecen de esta leyenda, otra manera de identificación es el ícono

del triángulo de reciclaje que se encuentra en todos los envases, ya sean botellas, alimentos enlatados y productos plásticos. Los triángulos cuentan con una numeración que va del 1 al 7, esto indica que hay 7 clases de plásticos. Los marcados con la numeración 1, 2, 4, 5 son seguros para utilizar, ya que éstos difícilmente contienen BPA, y los marcados con la numeración 3, 6 y 7 son los que se deben evitar debido al alto contenido de BPA en su fabricación.

Recomendaciones para reducir la exposición al BPA:

- No reutilizar las botellas de plástico, ya que los cambios de temperatura facilitan la migrabilidad de partículas de BPA.
- Evitar calentar los alimentos en contenedores de plástico dentro del microondas.
- Reducir la cantidad de consumo de alimentos enlatados.
- Utilizar productos de vidrio.

Este texto se terminó de imprimir en diciembre de 2015, siendo Gobernador Javier Duarte de Ochoa y secretaria de Educación Xóchitl A. Osorio Martínez. La edición consta de 3000 ejemplares y en su formación se usó la familia tipográfica Futura Lt BT Light.



VERACRUZ
GOBIERNO DEL ESTADO

SEV
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN DEL ESTADO DE VERACRUZ
Subsecretaría de Desarrollo Educativo

Universidad Veracruzana

COVEICYDET
CONSEJO VERACRUZANO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

CONACYT
45 años
FORDECyT