



ISSN: 2007-1175

CiENCIA UANL

Revista de divulgación científica y tecnológica
de la Universidad Autónoma de Nuevo León



La cocina de Sor Juana

Familiares de internos penitenciarios

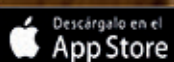
Laberintos arquitectónicos




La crisis del agua

Año 21,
Número 88
marzo
abril
2018



Revista Ciencia UANL



 RevistaCiencia.UANL
 @Ciencia_UANL
 Revista CIENCIA UANL



INSTRUMENTOS Y EQUIPOS FALCON S.A. DE C.V.

VENTA, ASESORÍA Y SERVICIO TÉCNICO ESPECIALIZADO DE EQUIPOS PARA LABORATORIO CLÍNICO, INDUSTRIAL, DE INVESTIGACIÓN, EDUCACIONAL Y ELECTROMÉDICO

CONTAMOS CON 4 DIVISIONES:

• INDUSTRIAL E INVESTIGACIÓN

Hornos de Microondas, Espectrofotómetros de ultravioleta visible (UV-VIS), Espectrofotómetros de Absorción Atómica (AA), Espectrofotómetros de infrarojo (FITR, RAMA, NIR), Espectrómetros de Emisión de Plasma (ICP-OES, ICP-MS), Cromatógrafos de Gases (GC, GC-MS) Cromatógrafos de Líquidos (HPLC, LC-MS), Electroforesis Capilar (CE), Medición de Color, Tamaño de Partículas, Área Superficial, Potencial Z, Ultracentrifugación, Centrifugación de Alta y Baja Velocidad, PHímetros (PH), Balanzas, Microscopia, Refractómetros, Hornos, Mufflas, etc.

• DIAGNÓSTICOS

Hematología, Hormonas, Drogas de Abuso, Drogas Terapéuticas, Química Clínica, Inmunología, Diagnóstico de Enfermedades Infecciosas, Glucometros, Biología Molecular, Proteínas Específicas, Electrolitos, Centrifugas, Hematología, Gasómetros, Electrolitos, Microbiología Automatizada, Coagulación, Centrifugas, etc.

• ELECTROMÉDICA

Electrocardiogramas, Potenciales Evocados, Monitoreo Ambulatorio, Accesorios, Aguja Monopolar, Concentricas, Estimulación Magnética, Pastas, etc. Electroencefalogramas, Mapeo, Video, Electrodo, etc.

• CALIBRACIONES

Calibraciones de Espectrofotómetros UV-VIS, Espectrofotómetros de Medición de Color, Medidores de Brillo, Instrumentos para pesar, Medidores de PH y MV, Centrifugas de RPM, Controladores de Temperatura, etc. LABORATORIO ACREDITADO POR LA EMA.

SOMOS REPRESENTANTES EXCLUSIVOS DE:



Abbott Laboratories, S.A.



SIEMENS



OFICINA MATRIZ MONTERREY:

TEL.: 8128-3800 con 30 líneas

FAX: 8359-4471

GUADALAJARA, JAL.	(33) 3122-4954
CD. OBREGÓN, SON	(644) 415-5804
TAMPICO, TAMP.	(633) 227-1157
MÉXICO, D.F.	(55) 5661-8508
CHIHUAHUA, CHIH.	(614) 418-0513
MÉRIDA, YUC.	(999) 938-0379
LEÓN, GTO.	(477) 711-9126
VILLAHERMOSA, TAB	(993) 131-3828



Tacubaya No. 1701 Fracc. Jardín Español. Monterrey, N.L.

www.falconmx.com

e-mail: infomty@falconmx.com



CTR[®]
S C I E N T I F I C



CTR Scientific,
líder en la distribución de
Equipo, Material y Reactivos
para todo tipo de Laboratorio.

DIVISIONES:

- INVESTIGACIÓN
- DIAGNÓSTICO CLÍNICO
- INDUSTRIA Y EDUCACIÓN

AGUASCALIENTES | CHIHUAHUA | CULIACÁN | GUADALAJARA | MÉRIDA | MÉXICO
MONTERREY | PUEBLA | SAN LUIS POTOSÍ | TORREÓN | VERACRUZ

www.ctr.com.mx

ctrscientific@ctr.com.mx

Ventas-Mostrador: Av. Lincoln 3410 Pte. Col. Mitras Norte, Monterrey, Nuevo León. C.P. 64320



Una publicación de la Universidad Autónoma de Nuevo León

Mtro. Rogelio Garza Rivera
Rector

M.A. Carmen del Rosario de la Fuente García
Secretaria general

Dr. Juan Manuel Alcocer González
Secretario de investigación científica y desarrollo tecnológico

Directora editorial: Dra. Patricia del Carmen Zambrano Robledo

Consejo Editorial

Dr. Sergio Estrada Parra / Dr. Jorge Flores Valdés /
Dr. Miguel José Yacamán / Dr. Juan Manuel Alcocer González /
Dr. Ruy Pérez Tamayo / Dr. Bruno A. Escalante Acosta /
Dr. José Mario Molina-Pasquel Henríquez

Coeditora: Melissa Martínez Torres
Redes y publicidad: Jessica Martínez Flores
Diseño: Montserrat García Talavera
Traductor: Vladimir Flores Flores
Servicio social:
Francisca Hernández Nieto
Citlali Casas Beas

Corrector y gestión editorial: Luis E. Gómez
Asistente administrativo: Claudia Moreno Alcocer
Portada: Francisco Barragán Codina
Webmaster: Mayra Silva Almanza
Diseño de página web: Rodrigo Soto Moreno

Ciencia UANL Revista de divulgación científica y tecnológica de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Año 21, N° 88, marzo-abril de 2018. Es una publicación bimestral, editada por la Universidad Autónoma de Nuevo León, a través de la Dirección de Investigación. Domicilio de la publicación: Biblioteca Universitaria Raúl Rangel Frías, Alfonso Reyes 4000 norte, 5° piso, Monterrey, Nuevo León, México, C.P. 64290. Teléfono: + 52 81 83294236. Fax: + 52 81 83296623. Directora editorial: Dra. Patricia del Carmen Zambrano Robledo. Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04-2013-062514034400-102. ISSN: 2007-1175 ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, Licitud de Título y Contenido No. 16547. Registro de marca ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial: 1437043. Impresa por: Serna Impresos, S.A. de C.V., Vallarta 345 Sur, Centro, C.P. 64000, Monterrey, Nuevo León, México. Fecha de terminación de impresión: 9 de marzo de 2018, tiraje: 2,500 ejemplares. Distribuido por: Universidad Autónoma de Nuevo León, a través de la Dirección de Investigación, Alfonso Reyes 4000 norte, 5° piso, Monterrey, Nuevo León, México, C.P. 64290.

Las opiniones y contenidos expresados en los artículos son responsabilidad exclusiva de los autores y no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Prohibida su reproducción total o parcial, en cualquier forma o medio, del contenido editorial de este número.

Publicación indexada al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, LATINDEX, CUIDEN, PERIÓDICA, Actualidad Iberoamericana, Biblat.

Impreso en México
Todos los derechos reservados
© Copyright 2018

revista.ciencia@uanl.mx

COMITÉ ACADÉMICO

CIENCIAS DE LA SALUD

Dra. Lourdes Garza Ocañas

CIENCIAS EXACTAS

Dra. Ma. Aracelia Alcorta García

CIENCIAS AGROPECUARIAS

Dr. Roque Gonzalo Ramírez Lozano

CIENCIAS NATURALES

Dr. Rahim Foroughbakhch Pournavab

CIENCIAS SOCIALES

Dra. Veronika Sieglin

INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Dra. María Idalia del Consuelo Gómez de la Fuente

CIENCIAS DE LA TIERRA

Dr. Carlos Gilberto Aguilar Madera

COMITÉ DE DIVULGACIÓN

CIENCIAS DE LA SALUD

Dra. C. Gloria María González González

CIENCIAS NATURALES

Dr. Sergio Moreno Limón

CIENCIAS AGROPECUARIAS

Dr. Hugo Bernal Barragán

CIENCIAS EXACTAS

Dra. Nora Elizondo Villarreal

CIENCIAS SOCIALES

Dra. Blanca Mirthala Tamez

INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Yolanda Peña

EDITORIAL

6

CIENCIA Y SOCIEDAD

La etnobotánica como base para la obtención de nuevos fármacos
Ana Liviere Vargas Vizuet, Carlos Alberto Lobato-Tapia

7

OPINIÓN

La cocina de Sor Juana
Laura Pinto Araujo

10

ANDAMIAJES

De laberintos arquitectónicos
Armando V. Flores Salazar

14

SUSTENTABILIDAD ECOLÓGICA

Sustentabilidad basada en la naturaleza: el caso del agua
Pedro César Cantú-Martínez

18

SECCIÓN ACADÉMICA

24

Las crisis socioambientales en familias de internos penitenciarios de Nuevo León
Patricia Lilliana Cerda Pérez, José Gregorio Jr. Alvarado Pérez, Emma Cerda Pérez

25

Método de inventiva para solucionar problemas: aplicación bimetal
Luis Miguel Franco Caballero, Javier Leal Iga

33

Determinación de la edad en especies maderable del trópico y subtropical
Pamela Anabel Canizales Velázquez, Óscar Alberto Aguirre Calderón

37

La Sierra Madre Oriental como reservorio de diversidad vegetal
María Magdalena Salinas Rodríguez

46

● CURIOSIDAD

Tomate nativo mexicano, sabor y salud en busca de salir del olvido
Jesús Guillermo Hernández-Martínez, Rafael Delgado-Martínez,
Mario Rocandio-Rodríguez, Alejandro Carreón-Pérez, Héctor Rodríguez-Moran,
Wilberth Alfredo Poot-Poot

52

● EJES

Historia de un Ooide
Raúl Gerardo Medina-Pedraza, Yolanda Pichardo-Barrón, Javier Aguilar-Pérez

55

● AL PIE DE LA LETRA

El legado científico de Gonzalitos
Celia Guadalupe Rodríguez Barrientos

61

● CIENCIA EN BREVE

63

● COLABORADORES

70

● INFORMACIÓN PARA
LOS AUTORES

72

Cocinar es un acto de amor, alimentar el cuerpo con delicias que se transforman al calor de una estufa, pero también puede ser un acto metafísico, así lo muestra “La cocina de Sor Juana”, trabajo de Laura Pinto Araujo para nuestra sección de Opinión. La doctora Pinto describe un lado poco explorado de la Décima Musa, confinada por sus pares a un convento, quien no pierde oportunidad de aprender, reflexionar y experimentar. Enfrenta la cocina con método científico, reta a los grandes filósofos y, sarcástica, demuestra que, donde sea, las mujeres pueden filosofar.

Ciencia y sociedad presenta a Ana Liviere Vargas *et al.*, quienes hacen un recorrido sobre las ventajas médicas de la etnobotánica, la fabricación histórica de los fármacos y sus posibles aplicaciones, los invitamos a leer “La etnobotánica como base para la obtención de nuevos fármacos” y conocer más del tema.

Pedro César Cantú-Martínez, autor de “Sustentabilidad basada en la naturaleza: el caso del agua”, resalta la importancia de gestionar el agua adecuadamente y poder garantizar el acceso a ella de cara al futuro.

La sección Andamiajes, de Armando V. Flores Salazar, combina armoniosamente matemáticas, historia y literatura al describirnos diversas construcciones laberínticas. Desde la arquitectura, analiza la cotidianidad y la aparente ambigüedad entre el orden y el caos.

Entre los artículos académicos contamos con las siguientes colaboraciones: “Las crisis socioambientales en familias de internos penitenciarios de Nuevo León”, de Patricia Liliana Cerda Pérez, José Gregorio Jr. Alvarado Pérez y Emma Cerda Pérez; “Método de inventiva para solucionar problemas: aplicación bimetálica”, de Luis Miguel Franco Caballero y Javier Leal Iga; “Determinación de la edad en especies maderables del trópico y subtropico”, de Pamela Anabel Canizales Velázquez y Óscar Alberto Aguirre Calderón, así como “La Sierra Madre Oriental como reservorio de diversidad vegetal”, de María Magdalena Salinas Rodríguez.

En Curiosidad, “Tomate nativo mexicano, sabor y salud en busca de salir del olvido”, Rafael Delgado expone las propiedades del tomate, un importante fruto para la cultura mexicana.

“Historia de un ooide” (sección Ejes), de Raúl Gerardo Medina-Pedraza, Yolanda Pichardo-Barrón y Javier Aguilar-Pérez, explica la interesante forma en la que se crean los ooides, los distintos tipos y la importancia de éstos.

Recordamos al Dr. José Eleuterio González en la reseña “El legado científico de Gonzalitos”, escrita por Celia Guadalupe Rodríguez Barrientos para nuestra sección Al pie de Letra.

Bienvenidos a este número.

Melissa del Carmen Martínez Torres
Universidad Autónoma de Nuevo León.

La etnobotánica como base para la obtención de nuevos fármacos

Ana Liviere Vargas Vizuet*, Carlos Alberto Lobato-Tapia*

Cuando se piensa en una cirugía sin anestesia, o en el hecho de que hace tan sólo 100 años la principal causa de muerte en México era la enfermedad de origen infectocontagioso, sobre todo del aparato digestivo y respiratorio, puede constatarse cuánto ha avanzado el conocimiento científico-médico hasta la fecha (Inegi, 2017).

Desde la antigüedad, en todo el planeta, el ser humano se enfrenta a la necesidad de aliviar sus padecimientos; lejos de nuestra actualidad, el medio para satisfacer esa necesidad lo constituía el entorno, el reino vegetal y en general los fenómenos naturales que se interiorizaban por medio de la observación; el ensayo y error permitieron al ser humano aprender de aquello que le rodeaba (Ibáñez, 2013), llegando a encontrar efectividad al atenuar ciertos malestares. El resultado de estas prácticas, derivadas de la vigilancia constante, fue permitiendo un cúmulo de conocimientos que se complejizó de tal manera, que propició tradiciones curativas propias de cada región (Barquín, 2013).

En México, debido a su abundante biodiversidad, favoreció a las culturas precolombinas con el material suficiente para desarrollar las bases de su medicina tradicional, la cual encuentra entre sus principales elementos su profusa herbolaria; cuando hablamos de herbolaria mexicana, nos referimos a todo aquello que llega a nosotros gracias a los registros como los de Francisco Hernández, protomedicato de Felipe II, quien en su *Historia natural de Nueva España* hace mención de poco más de 1200 plantas con propiedades curativas (Somolinos, 2015), así como Francisco Javier Clavijero, quien describe minuciosamente el uso del temazcal. En estos registros se encontraba a detalle el manejo de las plantas, animales, rituales y conjuros que concernían a las prácticas utilizadas por los nativos para promover, conservar o recuperar la salud (Vargas y Casillas, 1993).

Un ejemplo de la utilidad de estas referencias escritas es el hecho de verificar por medio de dichos relatos el exitoso tratamiento de algunos padecimientos comunes y compartidos con Europa, como la sífilis (Turnes,

2005). Lo que llevó a Felipe II de España a solicitar un minucioso estudio y recopilación de los saberes de estas tierras (Hernández, 2015).

RELACIÓN ENTRE LA ETNOBOTÁNICA Y LOS TRATAMIENTOS MODERNOS

Pese a que, debido al auge científico-médico, a finales del siglo XIX y principios del siglo XX se desarrolló una corriente médica positivista (Agostoni, 2008) que descalificó los conocimientos tradicionales llamándoles a sus practicantes como charlatanes, en la actualidad la necesidad de satisfacer el acceso universal a la salud, ha llevado a organismos internacionales como la OMS a fomentar el respeto y reconsideración de las prácticas tradicionales desarrolladas por cada cultura y región para promover, conservar y recuperar la salud. Gracias a estas iniciativas se han obtenido reformas en las leyes de salud, tendientes a incentivar la investigación derivada de la extensa herbolaria utilizada con fines terapéuticos, en donde se ha encontrado una cantidad significativa de principios activos útiles en el tratamiento de padecimientos.

Claramente, con los avances tecnológicos algunas de estas prácticas han confirmado su eficacia, mientras que otras se han descartado debido a que se ha demostrado que no tienen los efectos curativos que se les atribuyen. Sin embargo, parte de este tipo de conocimientos empíricos se ha utilizado para la obtención de compuestos químicos que tienen propiedades bioactivas y, en algunos casos, si las evaluaciones lo avalan, llegan a formar parte de medicamentos (Pan, De Blanco y Kinghorn, 2013).

* Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Contacto: carlos.lobatot@correo.buap.mx

Es así que hasta finales del siglo XIX las medicinas eran productos orgánicos o inorgánicos, en su mayoría secos, frescos, plantas o partes de éstas, pudiendo contener sustancias con propiedades terapéuticas, así como sustancias con efectos tóxicos. El secado de la planta, vegetales o productos animales, llevaba a lo que se conocía como droga (del francés *drogue*, que significa hierba seca). Actualmente, de manera coloquial, el término se usa para referirse a sustancias químicas que propician su abuso y dependencia física (Lüllman *et al.*, 2005).

Como se ha mencionado, existen casos en los que la investigación de un producto natural ha permitido el hallazgo de compuestos bioactivos útiles en la formulación de medicamentos; a continuación se presentan algunos ejemplos que ilustran la forma en que el conocimiento etnobotánico ha jugado un importante papel como punto de partida para la investigación biomédica (Fabricant y Farnsworth, 2001).

DESCUBRIMIENTO DE FÁRMACOS A PARTIR DE CONOCIMIENTO ETNOMÉDICO

Del papiro de Ebers y el libro de Dioscórides, *Materia médica*, se recoge la información de las propiedades analgésica, antiinflamatoria y antipirética de la corteza del sauce blanco (*Salix alba* L.) del cual se obtuvo el ácido salicílico como la sustancia responsable de dichos efectos, sin embargo, para generar una mejor aceptación por vía oral se tuvieron que hacer modificaciones estructurales, produciendo el ácido acetilsalicílico que conocemos comúnmente como aspirina (Braña, *et al.*, 2005).

En la década de los treinta era muy complicado obtener progesterona por los procesos químicos del momento. Sin embargo, en la búsqueda de otras maneras de obtenerla, se encontró un precursor obtenido del “barbasco” (*Dioscorea composita*, Hemsl), planta endémica mexicana, de la cual se aisló diosgenina, precursor importante para la obtención de progesterona, la cual llevó al crecimiento, por algunos años, de una empresa denominada Syntex S.A. (León, 2001).

Interesante es también la historia del árbol del tejo (*Taxus brevifolia*), apreciado como sagrado por algunas culturas como la celta, quienes lo consideraban el “árbol de la vida y la muerte” debido a alguno de sus componentes altamente tóxicos, y que en dosis precisas y controladas resultaba de beneficio en algunos padeci-

mientos. Uno de los extractos de la corteza de *T. brevifolia*, colectada en Washington, mostró toxicidad en células leucémicas; por lo que a partir de éste se procedió a la búsqueda de la sustancia activa, a la cual se denominó taxol, comercializado por Bristol-Myers (Vega-Ávila, Velasco-Lezama y Jiménez-Estrada, 2006). Este compuesto se ha convertido en una de las opciones más efectivas para el tratamiento del cáncer de ovario, mamá, pulmón y contra el sarcoma de Kaposi (Oberlies y Kroll, 2004).

En la guerra de Vietnam, la malaria era un problema para ambos bandos, pues ya había cepas resistentes al tratamiento con el que se contaba en aquel momento (cloroquina). Estados Unidos dio con el desarrollo de mefloquina, que funcionaba contra el parásito resistente a cloroquina en una sola dosis. Mientras tanto, China inició un proyecto con el objetivo de encontrar nuevos medicamentos utilizando las prácticas de su medicina tradicional. De las plantas y extractos probados, la que tuvo resultados más prometedores fue *Artemisia annua* L. (qinghao) un tipo de ajeno nativo de Asia. De éste se purificó un compuesto activo (artemisinina), actual tratamiento contra la malaria (Miller y Su, 2011).

PERSPECTIVAS EN INVESTIGACIÓN

La OMS, en su documento sobre “Perspectivas políticas sobre medicamentos”, contempla que para asegurar la eficacia y el uso racional de la medicina tradicional es necesario fomentar la investigación relacionada con el uso de tratamientos herbolarios, así como estandarizar los productos que estén formulados con base en hierbas, habiendo sido sometidos a minucioso control por parte del sector salud de cada país. Haciendo énfasis en que el trabajo debe hacerse de manera conjunta y en intercambio bidireccional entre profesionistas de la salud y proveedores de medicina tradicional, a fin de enriquecer el ejercicio adecuado en pro de la salud de la población usuaria (OMS, 2002).

Además, el conocimiento tradicional sobre el uso medicinal de algunas plantas se está perdiendo con el inminente avance de la globalización no sólo económica, sino cultural (Bermúdez, Oliveira-Miranda y Velázquez, 2005). Por lo que es de suma importancia considerar la posibilidad de generar o ampliar catálogos que contengan los datos de las plantas con sus usos medicinales que sirvan de base para investigaciones que propicien el hallazgo de nuevos compuestos terapéuticos.

CONCLUSIÓN

Tomando en cuenta lo anterior, resulta importante resaltar que en los casos en los que se ha tomado en cuenta el conocimiento etnobotánico, éste ha servido como facilitador en el proceso de descubrimiento de fármacos útiles para el bienestar humano; y que una mejora en la manera de preservar, ampliar y difundir estos conocimientos, permitiría a la ciencia robustecer las bases sobre las que pudiera iniciar la búsqueda de nuevos principios activos que continúen ayudando a aliviar los problemas de salud.

REFERENCIAS

- Agostoni, C. (2008). *Curar, sanar y educar. Enfermedad y sociedad en México, siglos XIX y XX*. México: UNAM-BUAP. 5-12.
- Barquín M. (2013). *Historia de la medicina*. México. Méndez Editores. 3-115.
- Bermúdez, A., Oliveira-Miranda, M.A., y Velázquez, D. (2005). La investigación etnobotánica sobre plantas medicinales: Una revisión de sus objetivos y enfoques actuales. *Interciencia*.30: 453-459.
- Braña, M.F., Del Río, L.A., Trives, C., et al. (2005). La verdadera historia de la aspirina. *Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia*. 71: 813-819.
- Fabricant, D.S., y Farnsworth, N.R. (2001). The Value of Plants Used in Traditional Medicine for Drug Discovery. *Environmental Health Perspectives*. 109: 69-75.
- Hernández, F. (2015). *Historia natural de Nueva España*. Reeditado de la 1ª. Versión de 1615. México. UNAM. 161-162.
- Ibáñez F.M. (2013). Medicina prehistórica y medicina mágica. En Cortés, R.J.G., Pérez, G.D., Rosales, G.S. (ed.) *Textos clásicos de la medicina universal*. Puebla. BUAP. 31-38.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2017). *Cuéntame... población*. Disponible en: <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/defunciones.aspx?tema=P>
- León, O.F. (2001). El origen de Syntex, una enseñanza histórica en el contexto de ciencia, tecnología y sociedad. *Revista de la Sociedad Química de México*. 45: 93-96.
- Lüllman, H., Mohr, K., Hein, L. et al. (2005). *Color Atlas of Pharmacology*. New York: Thieme. 4.
- Miller, M.H., y Su, X. (2011). Artemisinin: Discovery from the Chinese Herbal Garden. *Cell*. 146: 855-858.
- Oberlies, N.H., y Kroll, D.J. (2004). Camptothecin and Taxol: Historic Achievements in Natural Products Research. *Journal of Natural Products*. 67: 129-135.
- Organización Mundial de la Salud. (2002). Medicina tradicional-necesidades crecientes y potencial. *Perspectivas políticas sobre medicamentos de la OMS*. 1-6.
- Pan, L., De Blanco, E.J., y Kinghorn, A.D. (2013). Plant-Derived Natural Products as Leads for Drug Discovery. En Osbourn, A., Lanzotti, V. (eds). *Plant-derived Natural Products*. Springer, New York, NY. 547-561
- Somolinos G. (2015). *Vida y obra de Francisco Hernández*. México: UNAM. 1-483.
- Turnes, A.L. (2005). *La sífilis en la medicina a 100 años de un descubrimiento esencial*. Noticias127. Uruguay. Sindicato Médico del Uruguay. 1-2.
- Vargas, G.L.A., y Casillas, L.E. (1993). La herbolaria ante los organismos oficiales de salud. En SSA (ed). *La investigación científica de la herbolaria medicinal mexicana*. México: Secretaria de Salud. 247-254.
- Vega-Ávila, E., Velasco-Lezama, R., y Jiménez-Estrada, M. (2006). Las plantas como fuente de compuestos antineoplásicos. *Bioquímica*. 31: 97-111.



La cocina de Sor Juana

Laura Pinto Araujo*



* Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
Contacto: laura.pinto@correo.buap.mx

*Bien se puede filosofar y aderezar la cena.
Y yo suelo decir viendo estas cosas:
si Aristóteles hubiera guisado,
mucho más hubiera escrito.*
Sor Juana Inés de la Cruz

ENTRE ALQUIMIA Y FILOSOFÍA

Juana Inés de Asbaje y Ramírez de Santillana, mejor conocida como Sor Juana, fue una mujer de extraordinario apetito. Buscó, primero en la orden de las carmelitas y después en el convento de San Jerónimo, un lugar donde escapar del yugo patriarcal y saciar su voracidad por el conocimiento, pues las mujeres de su época no tenían acceso a la universidad. Pero lo que Juana no sabía era que la priora también le prohibiría el estudio de las letras mundanas, confinándola a la cocina como un acto de penitencia y castigo

...todo ha sido acercarme más al fuego de la persecución, al crisol del tormento; y ha sido con tal extremo que han llegado a solicitar que se me prohíba el estudio. Una vez lo consiguieron con una prelada muy santa y muy cándida que creyó que el estudio era cosa de Inquisición y me mandó que no estudiase (De la Cruz, 1979, p. 72).

Así fue como la Décima Musa terminó en la cocina, descubriendo en ella las maravillas de la alquimia; convirtiéndola en un lugar consagrado a la reflexión filosófica, pues, "...la función de unir y separar los elementos es fundamental en la alquimia, en la química, en la cocina y en la filosofía" (Rigotti, 2001, p. 47).

La transmutación de los elementos en la cocina es algo que ya desde tiempos de los presocráticos causa admiración, pues en la cocción de un elemento comestible no sólo lo crudo se convierte en cocido, sino que con la magia del fuego se transforma en alimento.

Pues ¿qué os pudiera contar, señora, de los secretos naturales que he descubierto estando guisando? Ver que un huevo se une y fríe en la manteca o el aceite y, por el contrario, se despedaza en el almíbar; ver que para que el azúcar se conserve fluida basta echarle una muy mínima parte de agua en que haya estado membrillo u otra fruta agria; ver que la yema y clara de un mismo huevo son tan contrarias que, en los unos, que sirven para el azúcar, sirve cada una de por sí y junto no... (De la Cruz, 1979, p. 74).

Sobre el alimento también se pronunció Aristóteles (1978), quien en su tratado *Acerca del alma* dedicó varias líneas a explicar la naturaleza del alma y comprender los procesos de asimilación y nutrición. A pesar

de no haber guisado mucho, a Aristóteles le interesaba mostrar la falta de claridad sobre aquello que constituye al alimento como alimento, y su diferencia respecto de aquello con lo que nos alimentamos y nutrimos. Y es que, para Aristóteles, la transformación de aquello con lo que nos alimentamos, justamente en alimento, encierra una enorme dificultad que compete al ámbito de la metafísica; pues el comestible es en potencia, lo que el alimento es en acto (Aristóteles, 1978, 416a, 27 al 29).

Algunos opinan que lo semejante se alimenta y crece con lo semejante, mientras que otros opinan a la inversa, es decir, que lo contrario se alimenta con lo contrario; estos se apoyan en que lo semejante no puede ser afectado por la acción de lo semejante y, sin embargo, el alimento se transforma al ser digerido y el cambio en todos los casos se produce hacia el término contrario o intermedio (Aristóteles, 1978, 416a, 30 al 35).

Lo semejante y lo contrario pertenecen a los procesos de asimilación y transformación, respectivamente. De esta manera explica Aristóteles cómo la asimilación constituye el proceso de actualización de lo alimentado y del alimento; pues mientras que el alimento es transformado por el que se alimenta de él, este último no resulta afectado por el alimento, sino que se actualiza en su ser, es decir, se mantiene en sí mismo siendo lo que es, "del mismo modo que el artesano no es afectado por la materia, pero sí ésta por él" (Aristóteles, 1978, 416a, 35 a 416b 2).

Ahora bien, una cosa no se constituye en alimento por sí sola sino en la magia del proceso de digestión y nutrición; pues alimento no es sustancia (algo en sí y por sí), sino algo que solamente es para otro, es decir, para quien se alimenta. Y lo es en una justa proporción y medida, pues una misma cosa, ingerida en la cantidad precisa, se puede asimilar como alimento; mientras que en exceso se puede transformar en lo contrario: en tóxico.

Aunado a ello, el estagirita señala que lo que es alimento para uno, no necesariamente lo es para otro. El chocolate, por ejemplo, es y no es un alimento, pues sólo para quien logra nutrirse de él, esto es, llevar a cabo la nutrición a través del proceso de digestión, el chocolate se convierte en alimento. Lo cierto es que

no sabemos con certeza si Aristóteles habrá guisado o no, pero de que los asuntos relativos a la alimentación lo asombraron lo suficiente como para filosofar sobre ello... ¡eso es un hecho!

Muy probablemente, leyendo a Aristóteles en San Jerónimo, Juana entendió la afinidad entre la literatura, la filosofía y el arte culinario, pues la transubstanciación del alimento, llámese libro o estofado, comienza siempre por la boca: involucra a la sensualidad de la lengua, continúa su recorrido por el estómago y se hace proceso en la digestión; pero es en el lugar de la evacuación donde definitivamente se consagra y asimila. Y es que “la digestión de la comida como la digestión de los conceptos es un *actus separandi, dissolvendi, dividendi*, seguido de un *actus ordinandi et distribuendi*” (Rigotti, 2001, p. 68).

Es más, para una buena parte de la tradición monástica, el vicio de la boca o pecado de gula (que implica a la lengua tanto en el exceso de palabra como en el de ingesta [gatrimagia]), encabezaba, cronológica y conceptualmente, la lista de los vicios. De hecho, según Casiano, Adán no pecó de soberbia sino de gula (Rigotti, 2001, pp. 128 y 129).

De esta manera, entre libros y calderos, en la cocina conventual (como en el aquelarre de las brujas), se comienzan a preparar succulentos platillos que rayan en lo pecaminoso. Baste como ejemplo la obscenidad del clemole [tlemoli] oaxaqueño, bendita cazuela que Juana reseña y que, además de involucrar tres tipos diferentes de carne, contiene una gran variedad de condimentos. Pero antes de hablar de la “debilidad de la carne”, veamos cuál ha sido la gesta de dicha cocina.

LA COCINA CONVENTUAL Y EL RECETARIO DE SOR JUANA

La cocina medieval y renacentista era profusa, “el pan era abundante, los huevos no eran menos de tres por cabeza y las raciones de vino eran considerables. Además de los dos platos de hortalizas y legumbres al día” (Gutiérrez, 2012, p. 70). Poco a poco la Iglesia comienza a promover ciertos hábitos de austeridad, como evitar la grasa animal en cuaresma y no consumir carnes los viernes ni en días festivos. No obstante, el resto el año disfrutaban de estos placeres de la vida con gran desmesura.

En los conventos de la época se fabricaba el vino con exclusividad, el cual se almacenaba y se vendía; y en ellos también se perfecciona la elaboración de pa-

nes, pasteles, quesos y cremas, convirtiéndose en centros de enseñanza de actividades agrícolas, ganaderas y gastronómicas.

Ahora bien, para preservar y transmitir los secretos de la alquimia, las recetas comienzan a apuntarse y guardarse celosamente (sobre todo las que conciernen al uso y combinación de las especias); pues algo que la Iglesia conocía bien eran las bondades y los peligros de la preservación del verbo escrito. Y no lo digo por la quema de los códices mayas ordenada por fray Diego de Landa en Yucatán, en 1562, sino por una profusa tradición culinaria de origen prehispánico que llega a nosotros, como por generación espontánea, a través de los recetarios de la cocina conventual.

En México, así como cada templo católico fue cimentado sobre las ruinas de una pirámide, el mestizaje en la cocina es otra gran verdad oculta.

...Y en las ‘verdades’ culinarias la Iglesia tuvo mucho que ver, ya que la inventiva popular de guisos, antojitos y moles que matronas indígenas y mestizas cocinaban en habilitados fogones (lo mismo que en cada hornillo familiar), tianguis, mercados y plazas públicas o a los cuatro vientos según su canónico dictamen, fueran santificada obra de los refectorios, al abrigo de la santidad monástica. Igual que (dicen) sucedió con la colocación de la gigantesca campana María de la catedral poblana, empresa que no pudo haberse logrado con el trabajo y la mano de obra indígena, sino sólo con la participación de céfiros y celestiales ángeles. *Vae Victis* (Flores, 1994, p. 103).

Así, por ejemplo, las principales técnicas de la repostería mexicana, reconocida como vicios propiamente monásticos, provienen en realidad de las cocinas árabe y judía: los barquillos, las natillas, los turrónes, los mazapanes y las frutas confitadas son un claro ejemplo de ello (Gutiérrez, 2012, p. 68).

Eran tiempos de la Colonia, el mestizaje del país se cocinaba en todos los ámbitos: el lenguaje, los edificios, la traza urbana, los rituales religiosos, la descendencia. Convivían españoles, criollos, mestizos, indios y esclavos negros. Pero donde el mestizaje se practicaba cotidianamente era en el fogón, allí donde los productos del viejo continente y los de América forzosamente convergían en el afán de recrear algún platillo a semejanza de las tradiciones españolas o con la inventiva que los sabores, los colores y el legado prehispánico de esa latitud más tropical proveían (Lavín y Benítez, 2015, p. 16).

Es en este sentido que Sor Juana, encargada de preservar la memoria gastronómica del convento de San Jerónimo, reivindica en su recetario lo antiguo —una clara característica del humanismo renacentista—, y a la vez aporta la creatividad propia del barroco. En él convergen esas dos cocinas: la indígena, repleta de sabrosos y variados ingredientes, y la española, adreza-

da con especies de África y Asia. Así es como renace y se configura la cocina mexicana, declarada patrimonio inmaterial de la humanidad por la ONU desde 2010; una cocina que encuentra en el recetario de Juana un testimonio imperdible.

Y DE POSTRE... CHOCOLATE

Existen indicios de que el cacao, “alimento de los dioses” y objeto de culto para mayas y aztecas, era fermentado y bebido ya en el año 1400 a.C. Sin embargo, fue hasta el siglo XVI d.C. que el descubrimiento de su feliz maridaje con el azúcar primero, y con la vainilla y la canela después (y semillas como las almendras, las nueces, las pepitas de calabaza y el cacahuete), hizo su escandalosa irrupción.

Durante la colonia, el chocolate llegó a comprometer a tal punto la conducta de los católicos frente a la autoridad eclesiástica que se restringió su consumo y hasta se prohibió en algunos casos. Cuentan que,

...el reverendo padre Escobar, cuya metafísica era tan sutil como acomodadiza su moral, declaró formalmente que el chocolate con agua no quebranta el ayuno, estirando así a favor de sus penitentes el antiguo adagio: *Liquidum non frangit jejunium* (Brillat-Savarin, 2001, p. 81).

Pero también dicen que en Chiapas un obispo destructor del chocolate murió envenenado después de su oficio (Lavín y Benítez, 2015, p. 26). Y es que el chocolate no sólo infunde respeto por su fuerte aroma, sabor y color, sino por los estragos que esa majestuosa sensualidad puede provocar hasta en los más fieles y devotos. Para muestra, baste este testimonio como dulce secreto de herejía,

Mire usted –me decía hace más de cincuenta años la señora d’Arestrel, abadesa del convento de la Visitación, en Belley–, cuando quieran tomar un buen chocolate, mándelo hacer el día antes en cafetera de loza y consérvelo así. El reposo de la noche lo concentra y lo pone esponjoso, mejorándolo. Dios no puede ofenderse por este pequeño refinamiento (Brillat-Savarin, 2001, p.85).

Si bien la transformación de los elementos es algo sobre lo que Aristóteles (2008, pp. 90 y ss) ya había masticado mucho; la del chocolate, de su estado líquido a su estado sólido, fue una revelación ocurrida en Europa, en épocas más recientes, y de allí regresó a América a través de deliciosas recetas de repostería que se fueron adaptando a cada región.

Así, los “recaditos de chocolate” de Sor Juana, inspirados quizás en las “sutilezas” de Da Vinci (1996) (pequeñas esculturas de mazapán que escondían en su

interior frases alusivas a la situación política reinante); producto de la unión entre sus conocimientos reposteros conventuales y su talento para la composición de versos, eran succulentos y olorosos mensajes con los que deleitaba a sus amistades. Pero no sólo eso, pues al parecer el chocolate guarda con la metafísica una relación muy estrecha.

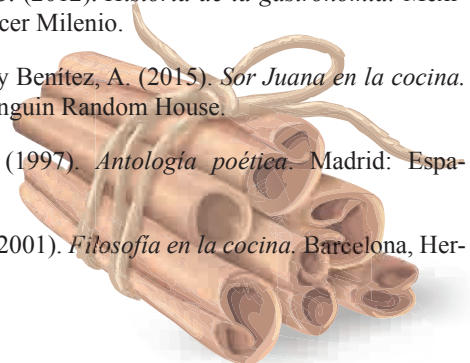
Así lo señala Fernando Pessoa,

¡Come chocolatinas, pequeña,
come chocolatinas!
Mira que no hay más metafísica en el mundo que
en las chocolatinas,
mira que todas las religiones no enseñan más que
la confitería.
¡Come, pequeña sucia, come!
¡Ojalá comiese yo chocolatinas con la misma
verdad con que comes! (Pessoa, 1997, p. 324).

Después de todo, parece que Aristóteles habría guisado mucho más de lo que Juana creía.

REFERENCIAS

- Aristóteles. (1978). *Acerca del alma*. Barcelona: Gredos, Libro II.
- Aristóteles. (2008). *Acerca de la generación y la corrupción*. Madrid: Gredos.
- Brillat-Savarin, J. (2001). *Fisiología del gusto*. Barcelona: Óptima.
- Da Vinci, L. (1996). *Notas de cocina*. Madrid: Temas de hoy.
- De la Cruz, S.J.I. (1979). *Respuesta a Sor Filotea*. Barcelona: Ed. Grupo Feminista de Cultura, Laertes.
- Flores, E.J. (1994). *Breve historia de la comida mexicana*. México: Debolsillo.
- Gutiérrez, C. (2012). *Historia de la gastronomía*. México: Red Tercer Milenio.
- Lavín, M., y Benítez, A. (2015). *Sor Juana en la cocina*. México, Penguin Random House.
- Pessoa, F. (1997). *Antología poética*. Madrid: Espasa-Calpe.
- Rigotti, F. (2001). *Filosofía en la cocina*. Barcelona, Herder.



Andamiajes DE LABERINTOS ARQUITECTÓNICOS

Armando V. Flores Salazar*

*Llegar a mi cuarto era llegar
al final de un laberinto humano.*

Pita Amor

La arquitectura es en sí un sistema de orden, tanto como lo es su modo de expresión dominante: las matemáticas —con predominio de la geometría, la modulación y el cálculo—. El hombre se complace en ella porque resuelve sus necesidades preferenciales de orden, equilibrio, ritmo, claridad, armonía, simplificación y simbolización. Cuando por distintas causas —todas humanas— se pierden tales condiciones básicas, aparece lo laberíntico como descomposición postarquitectónica.

La definición más simplificada de laberinto en términos arquitectónicos es toda construcción complicada cuyo desorden genera en el usuario sentimientos de confusión, inseguridad, temor, ansiedad, necesidad de abandonarla y angustia creciente mientras no se encuentre la salida liberadora. En términos urbanísticos, los lugares oscuros o deshabitados, con calles, callejones, recovecos y encrucijadas en trama compleja generan las mismas sensaciones en grado tal que provocan confusión y necesidad apresurada por abandonar el lugar. Ambas experiencias se viven con frecuencia en la cotidianidad, como cuando se buscan por primera vez direcciones urbanas específicas poco frecuentes, o cuando se trata de cumplir con trámites oficiales de causante o derechohabiente en instituciones públicas o privadas no habituales y que se hacen de vez en cuando. La cotidianidad está llena de tales experiencias. ¿Por qué lo laberíntico se vuelve tolerable?

¿Acaso la inmemorial Torre de Babel fue convertida por las acciones humanas en el primer edificio laberíntico y con ello la primigenia vivencia consciente de la confusión, el desasosiego y el extravío como sus más evidentes atributos?

El conjunto de edificios en el campus del área médica de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) tiene su entrada principal frente a las avenidas que circundan el conjunto y a la vez se interconectan entre sí por calles, callejones, andadores, plazoletas y banquetas interiores en evidente esquema laberíntico.

Con Llermi acompañándome como paciente postoperatorio de la Clínica de Oftalmología del Hospital Universitario, y ante la necesidad de surtir los medicamentos en la farmacia de la Clínica de Trabajadores Universitarios para el tratamiento indicado, intentando ahorrar tiempo y esfuerzo optamos por el camino corto del interior, lo que implicó encontrar la puerta indistinta que conecta internamente el área de Oftalmología con las salas de pacientes de Consulta Externa del Hospital, pasar entre ellas en zigzag, salir a una plazoleta de usos múltiples saturada de personas impávidas que esperan pacientemente y palomas temerosas en movilidad continua que pepeñan alimento en el piso, cruzar con mucha precaución una avenida de doble circulación y cause irregular, adentrarse por un angosto callejón oscuro que separa dos edificios de estacionamiento, librar apresuradamente el rincón donde se estacionan patrullas policíacas con policías armados custodiando reos esposados de pies y manos, cruzar la calle improvisada por donde salen apresurados choferes cortando camino, tomar la banqueta irregular que conduce al destino final para luego de trámites internos, ya obtenidos los medicamentos requeridos, volver a repetir la ruta de regreso hasta el automóvil estacionado en el punto de partida. ¿Cómo ves el laberinto, divertido no? Le pregunté semisonriente a mi hija.

El esquema original de la Facultad de Arquitectura en Ciudad Universitaria fue de dos cuerpos rectangulares, paralelos, separados por patios ajardinados, interconectados al centro por un pasillo perpendicular; el cuerpo frontal para el equipamiento de apoyo académico —administración, biblioteca, auditorio, cafetería y sala de maestros—, y el del fondo para aulas y talleres, cumpliendo el conjunto con los principios básicos de orden, armonía y claridad funcional. El desmedido

* Universidad Autónoma de Nuevo León.

Contacto: armando.floressl@uanl.mx

aumento poblacional de usuarios y la ausencia de un plan maestro de crecimiento ordenado del edificio lo fueron alterando agregándole ampliaciones desarticuladas y ajenas a su esquema inicial, a tal grado que en la actualidad los seis cuerpos que la conforman y un séptimo en proceso de construcción se interconectan laberínticamente, problema que se evidencia y se resuelve parcialmente con mapas, en lugares estratégicos, indicadores del conjunto, y la clásica flechita roja con la advertencia de Usted está aquí, a modo de orientación.

En otro tenor, mi amigo Fernando Garza Quirós tiene la cómoda costumbre de reconocer de día el trayecto y la dirección del sitio al que ha sido invitado para una reunión social en la noche, ensayando de día el recorrido para evitarse la angustia de sentirse extraviado en el trayecto nocturno hasta encontrar el destino final.

Las primeras representaciones laberínticas proceden de la prehistoria como grabados rupestres o petroglifos con formato circular o elíptico y han sido interpretadas como representaciones diagramáticas del cielo nocturno como laberinto cósmico. Se cuenta con monedas del siglo III a. C. con el clásico trazo del laberinto de siete meandros concéntricos enfatizando y a la vez protegiendo el centro. En la Edad Media abundan en los conjuntos conventuales interconexiones laberínticas y en el pavimento de la arquitectura religiosa perviven representaciones laberínticas de uso ritual y sustitución simbólica de la peregrinación a Tierra Santa. En el periodo del Barroco los laberintos se plasmaron en las áreas de jardinería para vivir la emoción en los juegos de escondite y su obsesión por el uso de espejos crearon tanto las galerías infinitas como el paralaje arquitectónico. En los tiempos modernos se han reproducido fractalmente.

Si bien los trazos urbanos reticulares ya son incipientes en la cultura faraónica egipcia y la trama urbana ortogonal o hipodámica procede desde la Grecia de Pericles, fuera de los edificios alineados sobre el cardus y el decumanos romanos –calles amplias cruzadas en ángulo recto hacia los puntos cardinales–, en sus periferias fuera de control gubernamental, la traza orgánica de expansión urbana surge de ordinario en esquemas libres, improvisados y laberínticos.

Arthur Evans (1841-1941), arqueólogo inglés del Museo Ashmolean de la Universidad de Oxford, exploró a partir de 1900 la zona de Cnosos, en la isla griega de Creta, desenterrando con su equipo de colaboradores los restos del Palacio de Cnosos, relacionándolo por su distribución laberíntica con el mítico palacio del rey Minos, registrado por Homero en la *Odisea*; quien en la

voz de Ulises nos dice que “En medio del vinoso ponto, rodeada del mar, hay una tierra hermosa y fértil, Creta... Entre las ciudades se haya Cnosos, gran población, en la cual reinó por espacio de nueve años Minos, que conversaba con el gran Zeus y fue padre de mi padre, el magnánimo Deucalión... En Cnosos conocí a Odiseo y aún le ofrecí los dones de la hospitalidad” (Homero, 1973, pp. 356-357, canto 19).

El conjunto arquitectónico conocido como el Palacio de Cnosos fue construido alrededor del año 1900 a.C., en una superficie de dos hectáreas, con más de dos mil habitaciones para diversos usos, en varios pisos y tributarias a un patio ceremonial central. Logró su mayor esplendor en tiempos del rey Minos, y su decadencia, después de varios siglos de dominio de todo el archipiélago, se le atribuye a una secuencia de incendios y terremotos, quedando abandonado por completo alrededor del año 1400 a.C. El periodo histórico queda registrado como periodo Minoico en honor del legendario rey.

Se tienen referencias escritas de al menos cinco laberintos de la antigüedad, uno en Egipto –Amenenhet III, s. XIX a.C.–, otro en Grecia, otro más en Etruria y dos en Creta, uno en Gortyna y el otro en Cnosos, este último el más popular de todos en nuestro tiempo por muchas razones, entre ellas el rescate documental de esa gran cultura del mundo antiguo y la revitalización de personajes míticos copartícipes de su historia como el rey Minos, que lo lleva a su máxima gloria, su mujer Pasifae, madre de Ariadna y de Asterión, el hombre toro de Minos o Minotauro; de Dédalo, el arquitecto griego encargado de las obras del palacio real y constructor del laberinto para el control carcelario del monstruo, de Ícaro, el “hombre pájaro” hijo de Dédalo y del ateniense Teseo, ejecutor del minotauro.

Es a partir del trabajo arqueológico de Arthur Evans en Cnosos que la palabra laberinto, de trasfondo principalmente arquitectónico, vuelve a adquirir actualidad y se adopta para nombrar situaciones semejantes en otros campos del conocimiento humano como la literatura, la psicología y el cine, entre otros; y es en la literatura y el cine donde se han develado y propuesto otras formas laberínticas.

Entre tantos ejemplos notables en el campo de la literatura podemos considerar a *Rayuela*, de Julio Cortázar, y *La feria*, de Juan José Arreola, los cuales por el hecho de poderse leer, aparte de la forma convencional en otro orden a partir de capítulos distanciados entre sí, con lo cual se recrea la estructura laberíntica del extravío; Gunter Grass en *El tambor de hojalata* considera

laberíntico el álbum fotográfico familiar de Oskar –su personaje principal– por la diversidad de retratados, sus historias particulares, los distintos tiempos que evocan; también, desde el desván de su casa, Oskar observa como laberíntico el conjunto de casas, las calles y la multitud de patios habitados por amas de casa sacudiendo a golpes las alfombras colgadas en las sogas; Octavio Paz propone, en *El laberinto de la soledad*, que el extravío, el sentimiento de orfandad y el desamparo que manifiestan recurrentemente algunos mexicanos –o de otras muchas nacionalidades– se genera desde el devenir de su propio ser histórico, “El mexicano –nos dice–, siempre está lejos, lejos del mundo y de los demás. Lejos también de sí mismo”; Umberto Eco asocia como laberínticas a la arquitectura y la literatura en su novela *El nombre de la rosa*, la trama es inagotable, el tiempo de la novela es durante el periodo feudalista de la baja Edad Media, plagada de misterios, secretos, dogmas, amenazas, etc., el escenario es una abadía benedictina orgullosa de su gran biblioteca y dentro de ésta una laberíntica biblioteca secreta, resguardando manuscritos protegidos y celada por un monje anciano, ciego y senil, y cuyo acceso encubierto y disimulado se ubica desde el osario o catacumba del monasterio.

Releyendo a Jorge Luis Borges en su libro de cuentos breves *El Aleph*, resaltan del conjunto tres de ellos hermanados en su temática: “La casa de Asterión”, “Abenjacán el Bojarí, muerto en su laberinto” y derivado de éste “Los dos reyes y los dos laberintos”. En los tres cuentos el escenario es, si no es que el personaje protagonista, el legendario laberinto. En el primer cuento, Asterión, el minotauro, reflexiona sobre sí mismo y sobre su casa-cárcel o laberinto, “donde las noches y los días son largos... todas las partes están hechas muchas veces... La casa es del tamaño del mundo; mejor dicho, es el mundo”. En el segundo cuento, como en una galería de espejos, el matemático Dunraven –versado en obras policiales– y el poeta Allaby narran en el lugar de los hechos su versión sobre la misteriosa muerte del egipcio Abenjacán el Bojarí en su propia casa de muros rojos, que mandó construir en un puerto inglés, “de una sola habitación y de leguas y leguas de corredores”. En el tercero de los cuentos se narra la historia –de las más comunes en los arenales nilóticos–, del rey de Babilonia que mandó construir un laberinto en el que, por diversión premeditada hizo penetrar a un jeque árabe que tenía de huésped, quien luego de un azaroso día de angustias logró encontrar la salida y sin reproches le compartió a su congénere que en Arabia tenían un laberinto sin puertas, escaleras, muros, pasillos ni galerías, y que esperaba mostrárselo algún día. Ese día llegó años después cuando el rey, sometido

por el jeque, emprende un viaje a lomo de bestia por el desierto con destino al referido laberinto; luego de tres días de cabalgar en el interminable mar de arena, el jeque abandona al rey a su suerte en la inmensidad del desierto, en el cual muere de hambre y sed, angustiado por encontrar la invisible salida (Borges, 1995).

La literatura también alimenta la indagación laberíntica en la producción cinematografía con ejemplos sobresalientes como *El resplandor*, de Stanley Kubrick, *El laberinto del fauno*, de Guillermo del Toro, *El cubo*, de Vincenzo Natali, *Dark City*, de Alex Proyas, y *Dentro del laberinto*, de Jim Henson, entre muchos otros.

Lo laberíntico ha llegado también a los videojuegos. Basados en los dibujos de arquitecturas imposibles del neerlandés M. C. Escher y en el edificio *La muralla roja*, que en 1973 el arquitecto español Ricardo Bonfill construyó en Alicante, ambos de inspiración laberíntica, Ken Wong y David Fernández Huerta han diseñado el videojuego “Monument Valley” –desarrollado por la empresa británica Ustwo Games, ganadora en 2014 del Apple Design Award–, ampliando lo laberíntico como parte habitual de la diversión de tiempo libre.

A MANERA DE CONCLUSIÓN –PARA NO CONCLUIR–

La madre naturaleza, gran maestra de la cultura humana, se ha manifestado siempre en modalidades laberínticas. En el largo primer tiempo humano, el que va del *Australopithecus* al *Homo habilis*, la experiencia de sentir quedó registrada en el “cerebro viejo” construido con tales realidades; mientras que en el corto segundo tiempo, el que va del *Homo habilis* al *Homo sapiens*, la experiencia de pensar va modificando paulatinamente su modo de vivir hacia lo previsible. Tal ascenso del hombre le genera la sobreposición de un “cerebro nuevo racional” sobre el “viejo emocional” ya existente, que lo va apartando de su primigenia naturaleza animal, estableciendo un “nuevo orden” sobre el “viejo caos”.

La arquitectura como objeto cultural le muestra el camino corto para comprobar la hipótesis, regodeándose al conjuntar en ella sistemas ordenadores y correctivos como la geometría, la aritmética y el cálculo.

Sin embargo, ambas realidades, desorden y orden, coexisten satisfaciendo necesidades tanto de razón como de emoción, de simplicidad y complejidad, de ritmos simples o alternados, de equilibrios por simetría y por asimetría, de signos y de símbolos.

Falta decir en este ensayo laberíntico que nosotros los *Homo sapiens sapiens* hemos llamado laberinto a la parte interna de nuestro sistema auditivo, la que nos procura el equilibrio sin importar posturas o movimientos, y que el cerebro como órgano central dominante es altamente sensible a la percepción y detección de lo laberíntico, tanto en el paisaje natural como en el cultural.

REFERENCIAS

Homero (1973). *La Odisea*. España: Ed. Bruguera.

Borges, J.L. (1995). *El Aleph*. Buenos Aires: Emecé Editores.

Adenda

Perdido en mi laberinto de palabras

Javier Villarreal Lozano

*No esperes que el rigor de tu camino,
que terciamente se bifurca en otro,
que terciamente se bifurca en otro,
tendrá fin. Es de hierro tu destino...*

Jorge Luis Borges, Laberinto

La fascinación de Borges por el espejo –cruel duplicación sin concesiones– mantiene una extraña hermandad con la que sentía por los laberintos, bifurcación de bifurcaciones *ad infinitum*. Dos espejos, uno frente al otro, replican las imágenes también hasta el infinito. Espejos y laberintos son trampas y a la vez puertas (oxímoron del consciente y del inconsciente). El espejo teje su tela de hilos de azogue a fin de atrapar nuestra imagen; el laberinto también nos atrapa, pero, al mismo tiempo, nos invita a continuar avanzando hacia ninguna parte, sin meta, mapas o portulanos: metáfora desconsoladora de la vida.

Alicia convirtió el espejo en puerta a la otredad y encontró maravillas. Teseo llegó al centro del laberinto construido por Dédalo, y mató al Minotauro. De

paso negó la sapiencia de Dédalo, cuya torpeza técnica ya había costado la vida a su hijo Ícaro cuando el Sol derritió la cera con que su progenitor le había pegado las alas con la idea de huir de Creta. Dédalo, perdedor irredento: fracasó como arquitecto y como ingeniero aeronáutico.

El débil hilo de Ariadna triunfó sobre su retorcida imaginación. En uno de sus cuentos, Borges hace decir a Teseo que el Minotauro casi no luchó para defenderse. Para agravio del dramatismo, fue la suya una victoria huérfana de ribetes épicos: tauricidio con todas las agravantes.

Utilizado para ocultar la lujuria extramatrimonial de Pasifae, esposa del rey Minos, el laberinto resultó una decepción. A pesar del deseo del monarca de negar visualmente el producto del desliz zoofílico de la mujer, el monstruo llevaba su nombre: Minotauro, el Toro de Minos, cuando debió llamarse Pasitauro, el Toro de Pasifae. ¡Ay, los infortunios de la monarquía y del patriarcado!

Los laberintos son negación de la arquitectura –antiarquitectura por excelencia–, único arte utilitario. Es el caos, la negación del orden, del cosmos. Resultan válidos, quizás, por su calidad de alegoría, imitación de la existencia del hombre. Pero de ser así, la construcción de laberintos debería ser tarea de poetas, filósofos escépticos –Pirrón y seguidores–, o de gente hipócrita, como el rey Minos, quien se tomó tantas molestias intentando borrar las traiciones de su mujer al tálamo nupcial.

Finalmente, confabulados, Teseo y Ariadna terminaron piadosamente con la vida del pobre Minotauro, quien, sin conocer a Octavio Paz, él sí vivió su aburrida soledad en el laberinto.

Sustentabilidad basada en la naturaleza: el caso del agua

Pedro César Cantú-Martínez*

Hoy en día, en el marco de la sustentabilidad la Agenda post 2015, resalta la relevancia del conocimiento tecnológico y científico como una vía para lograr el desarrollo humano sustentable. Es así que seguramente durante la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS), los avances tecnocientíficos tendrán un papel sumamente apreciable para lograr los beneficios que se proponen al año 2030 (Maestu, 2015). En este marco referencial, los primeros pasos para lograr una sustentabilidad humana, en la que el conocimiento es prescindible, se asienta en observar la disponibilidad de los recursos naturales con los que se cuenta, y entre ellos, el recurso hídrico sin duda demarcará un cerco que constituirá los límites de aquello que denominamos como sustentabilidad. En particular porque el agua se requiere para la supervivencia del ser humano, para la creación de zonas de cultivo que proveerán alimentos y es referente tanto en los procesos productivos industrializados como en la generación de energía para el progreso económico y bienestar de las colectividades humanas.

Lo anterior recalca en la conciencia social la importancia de llevar a cabo una adecuada gestión del agua de manera sustentable, toda vez que en la actualidad el balance en los usos extractivos que la humanidad ejerce

sobre este recurso vital no permite ver el beneficio que el patrimonio hídrico otorga a los ecosistemas de manera general. En este sentido Cantú-Martínez (2012, p. 28) menciona que

a pesar de los grandes esfuerzos en materia de política internacional, las diferentes discusiones y debates interrelacionados con el agua en el concierto mundial ocultan aún cuantiosos alcances: disputas de poder e intereses no muy claros de variadas esferas sociales que rivalizan por el recurso hídrico.

Esto emana, como lo mencionan Baron *et al.* (2003, p. 1-2), de la situación general del recurso hidrológico en el mundo, el cual no es la más halagadora y está fuertemente deteriorada en su calidad, ya que se ha reconocido que

el movimiento de agua a través de la biósfera está sumamente alterado por las actividades humanas; el agua es usada intensamente por el ser humano; [lo que conlleva a que] todo [sistema natural y humano sea] [...] afectado si baja la calidad del agua.

Sin duda, además del deterioro de los sistemas naturales y el sufrimiento en las comunidades por la carencia de agua en múltiples lugares en el mundo, también se ha contemplado que esta situación está rezagando la posibilidad de acceder a un desarrollo económico mejor. Por lo tanto, se hace prescindible abordar esta temática en el marco de la gestión sustentable del agua, considerando a la naturaleza como un referente. En el presente manuscrito abordaremos el valor de la naturaleza para toda sociedad, la relevancia del agua para la continuidad de la vida y precursor del desarrollo sustentable, así como de la relevancia de una gestión

adecuada del agua aprovechando las bondades de la naturaleza para aportar soluciones.

MARCO CONCEPTUAL

El valor de la naturaleza

Es bastante claro que la crisis ambiental que hoy evidenciamos es producto de los distintos aspectos que se sobrellevan en nuestra sociedad, como los de orden político, económico y los propiamente sociales. Visiblemente el deterioro ambiental se constituye en una desgracia, ya que se degrada la naturaleza que contiene un valor beneficioso y positivo para el ser humano (Cantú-Martínez, 2015). Desde esta perspectiva, lo que se ha destruido ambientalmente cuenta con un valor instrumental muy alto para el ser humano, ya que compromete sus propios intereses y los de su continuidad. Esto pone de manifiesto que atender contra la integridad de la naturaleza y sus componentes resulta indeseable.

La naturaleza nos proporciona recursos vitales para la supervivencia humana, los cuales justifican por qué debemos preservar la integridad ecológica de los sistemas naturales. El supuesto fundamental de este esfuerzo apunta a reconocer que subsiste una honda preocupación por lo infructuosos que han sido nuestros intentos de revertir la presión sobre los sistemas naturales y su continua contaminación. Como resultado tenemos que evaluar la totalidad de la naturaleza en aspectos totalmente instrumentales y parcelados para mayor comprensión del ser humano.

Si admitimos esta conclusión, la naturaleza habrá de ser dotada de un valor. De acuerdo a Cantú-Martínez (2013, p. 41),

la enumeración de los servicios ambientales de los que nos abastecen los ecosistemas es extraordinaria e incalculable [...] para el colectivo humano:

1. Satisfacción de necesidades básicas: abastecimiento de agua, alimentos, energía.
2. Productividad económica: provisión oportuna de agua, energía, materias primas.
3. Prevención de riesgos: control de deslizamientos, inundaciones.
4. Relaciones políticas, sociales, culturales, históricas: cuencas internacionales, territorios tradicionales.
5. Mantenimiento de equilibrios ecológicos básicos: regulación del clima e hidrología, conservación de biodiversidad.
6. Sumidero o vertedero de desechos: atmósfera planetaria, ríos que reciben aguas negras, botaderos de basura.

7. Proveedores de recursos naturales: principalmente pesca, maderas finas, extractos medicinales.

De esta forma se observa que los ecosistemas que nos proporciona la naturaleza se conciben como la prosecución vital de todo individuo y colectividad, que permite ser constatada con el bienestar e integralidad con el entorno. También consideremos seriamente que la cuantía económica que podamos otorgarle a la naturaleza mediante un costo material no refleja el valor intrínseco y tampoco es una condición imprescindible para que de ello dependa su existencia.

Importancia del agua

En el marco de la naturaleza, el agua se torna sumamente transcendental para la continuidad de la vida, representa, además, un patrimonio y salud. Según Fernández (2012, p. 148)

el agua cubre más de 70% de la superficie del planeta; se la encuentra en océanos, lagos, ríos; en el aire, en el suelo. Es la fuente y el sustento de la vida, contribuye a regular el clima del mundo y con su fuerza formidable modela la Tierra. Posee propiedades únicas que la hacen esencial para la vida. Es un material flexible: un solvente extraordinario, un reactivo ideal en muchos procesos metabólicos; tiene una gran capacidad calorífica y tiene la propiedad de expandirse cuando se congela. Con su movimiento puede modelar el paisaje y afectar el clima.

Es también pieza fundamental para el desarrollo humano y sus extraordinarias propiedades fisicoquímicas explican la importancia en la biología de toda especie. En este sentido, para el ser humano es

fundamental para prácticamente todas las funciones del organismo y es también su componente más abundante. Sin embargo, aunque dependemos de ella, nuestro organismo no es capaz de sintetizarla en cantidades suficientes ni de almacenarla, por lo que debe ingerirse regularmente (Carbajal y González, 2012, p. 65).

De acuerdo con Mañez (2006, p. 195), una persona “puede vivir sin comer hasta tres meses, pero sólo unos 5-10 días sin beber”. Esto toma suma importancia para la humanidad ya que para “muchos millones de personas en todo el mundo es un recurso escaso; por eso luchan diariamente para conseguir agua apta para el consumo y para atender a sus necesidades básicas” (Annan, 2005, p. 3). Es importante mencionar que en derredor a esta búsqueda subsisten anualmente 10 millones de muertes infantiles en el mundo, atribuibles al consumo lamentablemente de agua no adecuada que propaga “enfermedades como la diarrea, el cólera, la disentería, el tífus, la hepatitis, la polio, el tracoma y

el parasitismo” (Naciones Unidas, 2005, p. 8), primordialmente por la carencia de servicios de saneamiento y depuración que garanticen la inocuidad de ésta.

GESTIÓN DEL AGUA Y SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA

En los albores aún de este nuevo siglo XXI buscar la resolución a la crisis del agua se torna sumamente importante y ha de considerarse como uno de los retos más significativos que afronta la sociedad humana, esencialmente por que “entre 1,000 millones y 2,000 millones más de personas quizá dejen de tener agua suficiente para atender sus necesidades” (Cantú-Martínez, 2014, p. 34). Debemos recordar que

de manera particular, el agua dulce se ha convertido en un preciado recurso, ya que su disponibilidad en el mundo se calcula de 9,000 a 14,000 km³, de los cuales sólo 4,200 km³ son viables para ser utilizados por nuestra sociedad (Cantú-Martínez, 2012, p. 21).

No obstante la existencia de otras eventualidades de carácter social, o bien asociadas a otros bienes naturales, la crisis del agua se erige como aquélla de la cual depende no sólo nuestra vida, sino la misma continuidad de ésta en el planeta, por ello se ha de considerar el eje central de todas las acciones que sobre sustentabilidad se establezcan (UNESCO, 2003). Esa agua descrita elocuentemente por Aurin (2013, p. 2) es la poseedora de

nuestro origen, nuestra materia fundamental, el sustrato de la vida en el planeta. El agua, que, por separado, se escurre entre las manos de los hombres y las mujeres, pero que, juntos y de acuerdo, puede recogerse para calmar la sed de los labios agrietados de unos niños sin futuro, de los campos resecos que no dan para comer.

Para ello la UNESCO (2003, p. 6-7) cita 11 criterios de seguimiento en el marco de una gestión responsable para atender esta situación:

1. Cubrir las necesidades humanas básicas, asegurar el acceso al agua y a servicios de saneamiento en calidad y cantidad suficientes.
2. Asegurar el suministro de alimentos, sobre todo para las poblaciones pobres y vulnerables, mediante un uso más eficaz del agua.
3. Proteger los ecosistemas, asegurando su integridad a través de una gestión sostenible de los recursos hídricos.
4. Compartir los recursos hídricos, promoviendo la cooperación pacífica entre diferentes usos del agua y entre Estados, a través de enfoques como la gestión sostenible de la cuenca de un río.

5. Administrar los riesgos, ofrecer seguridad ante una serie de riesgos relacionados con el agua.
6. Valorarla, identificar y evaluar los diferentes valores del agua (económicos, sociales, ambientales y culturales) e intentar fijar su precio para recuperar los costos de suministro del servicio teniendo en cuenta la equidad y las necesidades de las poblaciones pobres y vulnerables.
7. Administrar el agua de manera responsable, implicando a todos los sectores de la sociedad en el proceso de decisión y atendiendo a los intereses de todas las partes.
8. El agua y la industria, promover una industria más limpia y respetuosa de la calidad del agua y de las necesidades de otros usuarios.
9. El agua y la energía, evaluar el papel fundamental del agua en la producción de energía para atender las crecientes demandas energéticas.
10. Mejorar los conocimientos básicos, de forma que la información y el conocimiento sobre el agua sean más accesibles para todos.
11. El agua y las ciudades, tener en cuenta las necesidades específicas de un mundo cada vez más urbanizado.

Estas medidas que se han ejercitado son derivadas de las últimas valoraciones que aluden a que el cambio climático en el futuro promoverá aproximadamente 20% del incremento de la insuficiencia de agua en el mundo (UNESCO, 2003). Para ello, Maestu (2013, p. 4) indica que

el 11 de febrero de 2011, la Asamblea General de las Naciones Unidas, en su resolución A/RES/65/154, decidió proclamar el año 2013 como Año Internacional de la Cooperación en la Esfera del Agua.

Con la finalidad de fomentar los beneficios de una cooperación y gestión de carácter internacional de los recursos hidrológicos, que promoviera un impulso de respeto, seguridad y desarrollo económico de las naciones; pero especialmente hacia el interior de los propios países cuando en derredor de los recursos hídricos se asientan múltiples intereses y actores sociales que crean una pesada complejidad de situaciones que confrontan los aspectos económicos con el de las necesidades humanas. Esta argumentación fortalece el posicionamiento del Objetivo 6 de los 17 nuevos ODS, que advierte sobre la meta de cumplir que toda sociedad en el mundo cuente con una gestión sustentable del agua y de un sistema de saneamiento que garantice su calidad para uso y consumo humano (Cantú-Martínez, 2016).

Otra contribución valiosa a este Objetivo 6 de los ODS es lo perpetrado por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) al acordar la adopción de un nuevo paradigma que ha denominado soluciones basadas en la naturaleza (SBN). Cuya peculiaridad mora

en sistemas socioecológicos bien gestionados, donde los riesgos y oportunidades se definen en el contexto del bienestar de las personas y de la gestión de los ecosistemas, incluidos ecosistemas naturales relativamente intactos, ecosistemas activamente gestionados y modificados, y ecosistemas nuevos o restaurados. Éstas se pueden encontrar en áreas protegidas y entornos agrícolas y urbanos, además de otros entornos muy variados (UICN, 2016, p. 45).

Xinsheng y Marton-Lefèvre (2013, p. 3) comentan que la

UICN promovió este concepto por primera vez en el contexto de las negociaciones sobre el clima, y cada vez más como [...] respuesta global a los desafíos más grandes del siglo XXI desde el cambio climático y la seguridad alimentaria y la nutrición, hasta el desarrollo económico y social. Todos ellos dependen de la salud de los ecosistemas de la Tierra. Y la naturaleza puede hacer una valiosa contribución.

Los SBN tienen como propósito salvaguardar, administrar y restituir de forma sustentable los ecosistemas prístinos o transformados por el ser humano (Rankovic *et al.*, 2017). La UICN (2016, p. 46) acepta que los SBN para ser entendidos correctamente por la sociedad se requiere:

- Transmitir un mensaje claro y centrarnos en el papel de la naturaleza (y los límites de éste) en la resolución de retos específicos en contextos geográficos, políticos y socioeconómicos definidos.
- Reconocer que las SBN funcionan mejor en combinación con otras intervenciones de política y técnicas no relacionadas con la conservación.
- Proporcionar sólidos estudios analíticos basados en datos empíricos que reflejen cómo los diferentes sectores de la sociedad valoran los servicios de los ecosistemas y se benefician de ellos.
- Describir la manera en que los marcos jurídicos y de políticas pueden reconocer y fomentar las SBN y hacer posible que respondan a los retos de la sociedad.
- Reconocer que el uso de los recursos naturales a menudo es objeto de controversia, lo que hace más acuciante la necesidad de un enfoque con perspectiva de género basado en los derechos, claridad sobre la tenencia y la gestión en los territorios de los pueblos indígenas y otras tierras comunales, y políticas inclusivas.
- Integrar medidas para promover la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres, fomentar la inclusión de las mujeres y ofrecer igualdad de oportunidades para que mujeres y hombres obtengan beneficios sociales y económicos de las SBN. Las SBN parten del Programa 2017-2020 que la UICN (2016) ha establecido y que se constituye de tres áreas nodales de trabajo: a) valorar la biodiversidad, que fortalece el cumplimiento de los ODS 2, 5, 6, 11, 12, 13, 14 y 15; b) diseñar mecanismos de gobernanza efectivos y equitativos, que robustecen la consecución de los ODS 5, 6, 10, 12, 16 y 17, y c) convertir el conocimiento y las políticas en acciones sobre el terreno para implementar soluciones basadas en la naturaleza, que consolida el logro de los ODS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 11, 12, 13, 14, 15 y 16. Estas proposiciones de SBN, en el caso particular del agua, buscan garantizar el cumplimiento del Objetivo 6

que es garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sustentable, así como el saneamiento del agua, y hasta 2030 impulsar el logro universal de acceder equitativamente al agua potable de calidad y a un precio accesible para toda persona en el mundo (Cantú-Martínez, 2016).

El caso de las metrópolis citadinas, las cuales en muchas ocasiones son contempladas como centros de innovación en la gestión de agua, dado que en ellas se yerguen nuevos modelos para el abastecimiento de agua generado por la competencia tan intensa que subsiste entre los distintos sectores sociales, se constituyen en un buen ejemplo en el que se da cuenta de algunas SBN para gestionar el agua apropiadamente y abatir la escasez o bien los estragos por inundaciones. A continuación se enumeran algunas de las medidas que pueden implementarse de acuerdo a la experiencia documentada por la UICN (2016) en más de 200 resoluciones: 1. mejorar la infiltración del agua mediante la instauración de zonas permeables, 2. incrementar los espacios verdes para mejorar la biorretención del agua, 3. el saneamiento de aguas residuales, 4. realizar la cosecha de agua de lluvia, 5. impulsar el establecimiento de techos verdes para la captación de agua de lluvia, 6. rehabilitación de los sistemas naturales para reducir inundaciones, 7. creación de derivaciones de cursos de agua natural, 8. reconectar los ríos a llanuras de inundación y recarga de acuíferos, 9. contar con zonas arboladas como amortiguamiento a las laderas de los cauces de ríos para asegurar la calidad del agua y evitar la erosión, entre otras.

Conforme a lo anterior, nos podemos percatar de que el enfoque en las SBN ofrece una forma sistemática y analítica en la que pueden articularse los progresos de la ciencia y la tecnología con las funciones esenciales de la propia naturaleza. Que hace de las SBN un instrumento muy especial ya que permite la interacción entre distintos factores tecnocientíficos y naturales para actuar y sortear los efectos del detrimento causado por las alteraciones ecosistémicas provenientes de las acciones humanas y puedan, además, constituirse en una forma de cultura de prevención y resarcimiento para acoger la sustentabilidad.

CONCLUSIONES

Como se ha advertido, se requiere fortalecer las políticas públicas orientadas en los ODS y en la implementación de SBN con la finalidad de sostener equitativamente un capital natural hídrico para el funcionamiento habitual de los sistemas naturales, y por el otro lado llevar labores extractivas de agua ajustadas a las necesidades de la sociedad. También podemos darnos cuen-

ta que, no obstante contar con sistemas naturales que se sostengan de forma vigorosa para aportar una importante captación de recurso hídrico, es necesario abatir los conflictos que surgen por los requerimientos cada vez más abundantes de agua por las actividades productivas y de consumo en los colectivos sociales. El reto es encontrar una adecuada gestión del agua para resguardar la complejidad natural y la capacidad de resiliencia de estos ecosistemas para regenerar el recurso hidrológico.

Sin duda el empleo del conocimiento, tanto técnico como científico con el que se cuenta, hace prever que es viable trazar en términos integrales un balance hídrico entre las demandas de cantidad y calidad adecuada para una gestión de los cauces y cuerpos de agua, contemplando por supuesto las SBN como instrumentaciones fundamentales. Finalmente, una gestión efectiva y sustentable del agua demanda que todas las figuras sociales cooperen en el resguardo y aumento del recurso, que conjuntamente con el soporte social y biofísico del entorno la gestión del agua será más factible económicamente y realizable. Sin embargo, para ello es necesario impulsar la preparación de recursos humanos, de lo contrario, ninguna política pública, por más innovadora que sea, podrá ser eficaz.

REFERENCIAS

Annan, K. (2005). El agua es esencial para la vida. En: Naciones Unidas. *El agua, fuente de vida, 2005-2015*. Nueva York. Secretaría de ONU-Agua.

Aurin, R. (2013). *Nuestra capacidad cooperativa nos define*. Water Monographies. 1.

Baron, J.S., LeRoy, N., Angermeier, P.L. et al. (2003). Ecosistemas de Agua Dulce Sustentables. *Tópicos en Ecología*. 10: 2-15.

Cantú-Martínez, P.C. (2012). El conflicto ambiental del agua en los albores del siglo XXI. *Ciencia UANL*. 15(59): 20-29.

Cantú-Martínez, P.C. (2013). La importancia social de los sistemas naturales para la sustentabilidad. *Ciencia UANL*. 16 (61): 38-43.

Cantú-Martínez, P.C. (2014). Panorama del desarrollo sustentable en el amanecer del siglo XXI. *Ciencia UANL*. 17(69): 35-40.

Cantú-Martínez, P.C. (2015). Desarrollo sustentable. Antes y después de Río +20. México. Universidad Autónoma de Nuevo León y Organización Panamericana de la Salud.

Cantú-Martínez, P.C. (2016). Los nuevos desafíos del desarrollo sustentable hacia 2030. *Ciencia UANL*. 19(78): 27-32.

Carbajal, A., y González, M. (2012). Propiedades y funciones biológicas del agua. En: M.P. Vaquero y L. Toxqui (Eds.). *Agua para la salud: pasado, presente y futuro*. (pp. 33-45). Madrid. Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Fernández, A. (2012). El agua: un recurso esencial. *Revista Química Viva*. 11(3): 147-170.

Maestu, J. (2013). Introducción la importancia de la cooperación en la esfera del agua. *Water Monographies*, 1.

Maestu, J. (2015). Agua y desarrollo sostenible. Aplicación de los objetivos de desarrollo sostenible relacionados con el agua. La relevancia de la tecnología. *Water Monographies*, 3.

Mañez, J. (2006). Agua y electrolitos. En: J.M. Soriano del Castillo (ed.). *Nutrición básica humana*. Valencia. PUV.

Naciones Unidas (2005). *El agua, fuente de vida, 2005-2015*. Nueva York. Secretaría de ONU-Agua.

Rankovic, A. Chan. S. Laurans, Y. et al (2017). Soluciones basadas en la naturaleza y potenciación de las sinergias entre biodiversidad y política climática: ideas aportadas por Marruecos y Túnez. *Quaderns de la Mediterrània*, 25, 245-251.

UNESCO (2003). *Agua para todos, agua para la vida*. Informe de la Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo-Resumen. París, UNESCO.

UICN (2016). *Programa de la UICN 2017-2020*. Gland. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

Xinsheng, Z., y Marton-Lefèvre, J. (2013). Naturaleza+: mirando hacia el pasado y hacia el futuro. En: *UICN. Informe Anual 2012 UICN. Naturaleza+ hacia soluciones basadas en la naturaleza*. (pp. 2-3). Gland. UICN.



CASA UNIVERSITARIA DEL LIBRO

REFUGIO DE TODOS PARA LA CULTURA

Disfruta de un mundo literario a través de todas las actividades que tenemos para ti: talleres, conferencias, presentaciones y mesas redondas. Nuestra librería cuenta con una variedad de títulos y nuevos espacios que te invitan a leer.

¡VISÍTANOS!

LIBRERÍA / ARTE

Padre Mier 909 pte. esquina con Vallarta

Lunes a viernes: 10:00-19:00hrs./ Domingos: 10:00-14:00hrs.

Entrada libre/ Zona Wireless / Estacionamiento gratuito por la calle Vallarta

Mayores informes: 8329-4126 y en casadellibro@uanl.mx

 CasaLibroUANL

 casa_libroUANL





SECCIÓN ACADÉMICA

Las crisis socioambientales en familias de internos penitenciarios de
Nuevo León

Método de inventiva para solucionar problemas: aplicación bimetal

Determinación de la edad en especies maderables del trópico y subtrópico

La Sierra Madre Oriental como reservorio de diversidad vegetal



Las crisis socioambientales en familias de internos penitenciarios de Nuevo León

Patricia Liliana Cerda Pérez*, José Gregorio Jr. Alvarado Pérez*

Emma Cerda Pérez*

RESUMEN

Condicionadas por múltiples vulnerabilidades, las familias de internos penitenciarios enfrentan emergencias alimentarias y crisis socioambientales derivadas de exiguos ingresos familiares que en 64% se ubican ligeramente superiores de aquellos oficialmente clasificados como pobreza extrema en el país. Las fragilidades económicas, educativas, sanitarias y familiares de estos núcleos y los gastos generados por su pariente en prisión, merman sus posibilidades de desarrollo y dan origen tanto a un reacomodo de roles de familia como a una “colectivización” del trabajo, en la cual participan todos sus miembros, incluidos adultos mayores, infantes y adolescentes. El texto describe la ausencia de políticas de Estado y programas concretos de apoyo para las familias de reclusos, quienes, inmersas en contextos de pobreza intergeneracional, baja escolaridad, exiguos salarios y estigmatizaciones, deben enfrentar una crisis aún más grave: el silencio y la indiferencia social sobre los costos individuales, económicos y sociales que la cárcel, indirectamente trajo a su núcleo.

Palabras clave: Familia, Vulnerabilidad, Prisión, Economía.

En este artículo se examinan los resultados del análisis sobre las condiciones de vida de las familias que subsisten entre núcleos vinculados con la realidad carcelaria; familias en las que uno de sus miembros forma parte de la comunidad recluida en las prisiones de Nuevo León.

El análisis tiene como objetivo evaluar, desde un ámbito exploratorio-descriptivo, las condiciones socioambientales de las familias de internos en los penales de Topo-Chico, Cadereyta y Apodaca, Nuevo León.

El estudio describe cómo las familias de internos penitenciarios viven una pobreza estancada que les ha llevado a vivir en emergencia alimentaria, carencias de oportunidades laborales, escasas posibilidades de acce-

ABSTRACT

The families of correctional inmates who are conditioned by multiple vulnerabilities face feed emergencies and socioenvironmental crisis resulting of minimal family income that in 64% are located lightly on top of whom officially they are classified as extreme poverty in the country. The economic frailty, educational, sanitary and relatives of those centers and expenses generated by their prison kin, reduced the possibilities of development which produce a bit of a rearrange of family roles as a “collectivization” of work, in which they are engage all members, including senior adults, infants and adolescents. This text describe the absent of State politics and specific supportive programmes for the inmate’s families, whom, immersed in contexts of poverty intergenerational, low schooling, exiguous payments and stigmatization they still must face an even more serious crisis. These are the social silence and indifference about the individual costs, economic and social that the prison brought indirectly to its nucleous.

Keywords: Family, Vulnerability, Prison, Economy.

der a una educación integral, falta de movilidad social derivada de la endeble preparación académica, ausencia del debate público en el cual se busque apoyarlos, además de las críticas prejuiciosas por parte de algunos sectores de la sociedad.

Se describe también la ausencia de políticas de Estado y programas concretos de apoyo para las familias de reclusos quienes, inmersas en contextos de pobreza intergeneracional, viven marcos de baja escolaridad, exiguos salarios y estigmatizaciones. Estos núcleos de-

* Universidad Autónoma de Nuevo León.
Contacto: cerda35@hotmail.com

ben enfrentar una crisis aún más grave: el silencio y la indiferencia social sobre los costos individuales, económicos y sociales que la cárcel, indirectamente, trajo a su núcleo.

A lo largo de la presente investigación se puntualizan los conflictos por los cuales atraviesan este tipo de familias, así como las estrategias utilizadas por ellas para sobrellevar el impacto que la crisis carcelaria trajo a su núcleo.

MÉTODO

Para el presente estudio se aplicaron entrevistas semiestructuradas como método principal de recolección de información. El cuestionario conlleva 189 variables que se evaluaron entre los familiares de reclusos participantes.

Estos indicadores se dividen en 100 reactivos o preguntas que a su vez se clasifican en 13 apartados, los cuales evalúan las condiciones de vida familiar, económica, educativa, laboral, de valores y de salud de las familias en las que uno de sus miembros se encuentra internado en uno de los Centros de Reinserción Social (Cereso). Además, se administró el test denominado escala de Zung, instrumento aceptado internacionalmente para la medición de estados anímicos.

DISEÑO

Bajo un esquema de investigación no experimental, realizada desde el campo cualitativo mediante el uso de un método exploratorio-descriptivo, a través de entrevistas realizadas durante 2014 y 2015, la metodología desarrollada se enfoca en el análisis de las condiciones de vida por las cuales transitan las familias en cuyo seno, alguno de sus miembros está recluido dentro de los Centros de Reinserción Social de Nuevo León (Topo Chico, Cadereyta y Apodaca).

Las entrevistas fueron aplicadas con el propósito de conocer la manera en la cual dichos núcleos sobrellevarían el encarcelamiento de uno de los suyos y los cambios o evoluciones observados por ellos en sus propias dinámicas de familia.

PARTICIPANTES

Los participantes de esta investigación fueron 151 personas pertenecientes a familias en las cuales uno de sus

miembros directos se encuentra recluido en alguna de las tres instalaciones penitenciarias que existen en Nuevo León.

PROCEDIMIENTOS

Se administraron entrevistas semiestructuradas a alguno de los miembros de las familias descritas. El levantamiento de datos se realizó en cuatro etapas, tres de ellas durante 2014 (abril, mayo y diciembre), y la última en mayo de 2015, dentro de las instalaciones de “Promoción de Paz”, institución nuevoleonense que desde la sociedad civil enfoca sus tareas al apoyo de internos penitenciarios y sus familias. Las entrevistas se realizaron fuera del contexto de las instalaciones penitenciarias a fin de dar a las familias un ámbito de libertad al momento de responder. El análisis posterior de las entrevistas fue realizado dentro de las instalaciones de la UANL.

Tabla I. Parentesco de los familiares de internos en centros penitenciarios entrevistados.

Parentesco	Frec.	%
Madre y suegra	39	25.8
Esposa	27	17.9
Hermana(o)	26	17.2
Hija(o)	20	13.2
Pareja	6	4.0
No especificado	6	4.0
Abuela	5	3.3
Prima(o)	5	3.3
Suegra(o)	4	2.6
Esposo	3	2.0
Tío	3	2.0
Amiga(o)	2	1.3
Cuñada	2	1.3
Nieta	2	1.3
Concubina	1	0.7
Total	151	100

Una vez recabada la información de las entrevistas, los datos se trasladaron al programa SPSS (Statistical Software for the Social Sciences) Versión 22 para la creación y organización de una base de datos y la obtención de tablas en las que se agrupó la información

para su interpretación; los indicadores se clasificaron en 13 categorías (datos generales; estructura de la familia; percepción de la familia; roles familiares; función afectiva de la familia; función socializadora; función económica; función educativa; convivencia íntima; impresiones generales; información del interno; salud y seguridad social y la escala de autoevaluación del estado anímico de Zung). En el caso de las variables abiertas se buscaron criterios de agrupación sustentados en las semejanzas y diferencias en las opiniones de los entrevistados.

MUESTRA

La muestra total se configura por 151 entrevistas efectuadas a esposas(os); madres; padres; hijos(as); hermanos(as) y demás familiares directos de reclusos en los Centros de Reinserción Social de Nuevo León. La aplicación de los cuestionarios abarcó de abril de 2014 a mayo de 2015.

RESULTADOS

Del total de entrevistados, 144 pertenecen al género femenino (95%) y siete al masculino (5%); con un promedio de edad de 41 años. En su mayoría son madres (38 casos) y esposas (27 casos), es decir, cuatro de cada diez entrevistados son la madre o el cónyuge del interno.

El 65.6% de los entrevistados es originario del área metropolitana de Monterrey; 5.3% de municipios aledaños y 27.8% tiene su origen fuera de Nuevo León. Por otra parte, nueve de cada diez entrevistados tienen su residencia en uno de los municipios de la zona conurbada de la ciudad de Monterrey.

En cuanto a la estructura familiar, 50% afirma habitar en una casa propia; mientras que el otro 50% alquila o comparte su vivienda. Asimismo, en 45% de los casos, estos hogares son compartidos por grupos compuestos de cinco a ocho personas.

Las principales problemáticas vividas por las familias entrevistadas radican en la economía del hogar. Los resultados de la encuesta indican que 64.2% de las familias tiene un ingreso inferior a los \$3,000 pesos mensuales; mientras que 29.1% percibe entre los \$3,000 y \$6,000 pesos mensuales. Es decir, 94% de las familias tiene que solventar los gastos del hogar y aquellos derivados del cuidado y atención del interno, con menos de \$6,000 pesos mensuales.

Este hecho, aunado al de que la mayor parte de las entrevistadas se dedica al hogar (labor muy importante para mantener la estructura familiar, pero que no genera ingresos económicos) enfatiza la problemática monetaria vivida por estos núcleos tras la reclusión de uno de sus miembros.

Los ingresos en el hogar son aportados, en 26.5% de los casos, por el padre y, en 20.5%, por la madre del interno. Estos datos muestran que el padre y la madre son quienes deben hacer frente a los problemas económicos del núcleo; sin embargo, es importante destacar que existe una colectivización del trabajo, ya que es más notoria la participación de hijos (8.6%), hermanos (13.2%) y otros familiares en la obtención de recursos económicos para el hogar.

Tabla II. Formas en las que las familias de internos han logrado salir adelante.

Forma	Frec.	%
Apoyo de instituciones gubernamentales	1	0.8
Apoyo de otros familiares	8	6.1
Ayuda de Dios	1	0.8
Con el trabajo de toda la familia	54	41.2
Esforzándose	3	2.3
Mediante la unión de la familia	4	3.1
Participando en tandas y ahorros	2	1.5
Reduciendo el gasto familiar	4	3.1
Vendiendo alimentos	7	5.3
Vendiendo inmuebles	1	0.8
Vendiendo objetos	14	10.7
No contestó	32	24.4
Total	131	100

*Se consideran los 131 casos en los que los familiares del interno han encontrado la forma de salir adelante.

DINÁMICA DE FAMILIA Y TRASTORNOS EMOCIONALES

En cuanto al aspecto emocional, los resultados de la encuesta demuestran que ocho de cada diez familiares de internos afirman que el estado anímico de alguno de los miembros del núcleo se vio afectado. El 56% de los encuestados sostiene que la reclusión fue un factor que generó depresión en la familia; 55.2% dijo sentirse angustiado y 40% indicó sentir miedo.

Además, la reclusión de uno de los miembros de la familia derivó en la generación de conflictos al interno del núcleo; en tres de cada diez familias entrevistadas se presentaron problemas o discusiones propiciadas por el internamiento, principalmente, desunión familiar y agresiones físicas y verbales.

FUNCIÓN SOCIALIZADORA

La reclusión carcelaria de uno de los miembros de la familia provoca cambios en la manera en la que ésta se relaciona con otras familias.

La estigmatización a las familias de internos, en ocasiones, obliga a estos núcleos a alejarse de otras personas y modifica la manera en cómo se relacionan. El 28.4% de las familias entrevistadas afirmó que sí se han modificado sus relaciones con otros miembros de la sociedad.

Además, 28.5% señala que ha cambiado la manera en la que otras personas tratan a su familia; tres de cada diez familias sostienen que el resto de la sociedad los trata diferente a raíz de la reclusión.

Según los resultados, tres de cada diez familias han sufrido juicios o críticas por parte de las personas de su comunidad, principalmente, acusaciones por vivir con un delincuente, ofensas y falta de confianza. Ante lo cual, 76% de las familias que enfrentan este tipo de problemas decidió ignorar cualquier comentario negativo o crítica.

EL IMPACTO CARCELARIO EN LA ECONOMÍA FAMILIAR

Entre otras problemáticas, 130 de las 151 familias entrevistadas (86%) admiten la existencia de problemas económicos: asimismo, 76% de las mismas indicó que sus ingresos mensuales se vieron afectados tras la reclusión.

De las 116 familias que aseguraron que su presupuesto familiar resultó impactado por el encarcelamiento de uno de su núcleo, 61.2% ubica como principal afectación que sus ingresos resultan insuficientes; 12% indica que dentro de sus desembolsos están las partidas adicionales derivadas de los gastos del pariente recluso.

El rubro que las 130 familias que transitan problemas económicos consideran de mayor impacto es el

alimenticio (83.1%); seguido por el pago de servicios (50.8%); salud y vivienda (46%); transporte (43%) y la educación (30%).

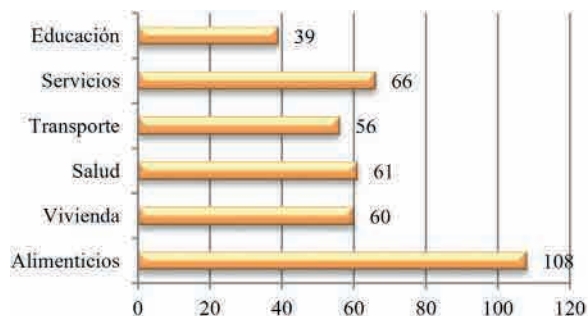


Figura 1. Tipos de problemas económicos sufridos por las familias de internos recluidos en centros penitenciarios (nota: se consideran las 130 personas que enfrentan problemas económicos).

De la muestra de familias participantes, 119 (casi 79%) argumentan que el hecho de tener a un miembro de su núcleo en prisión significó el desarrollo de nuevas necesidades. Entre ellas, gastos por alimentación (73.9%), necesidades del interno (70.6%) y transporte al centro penitenciario (62.2%).

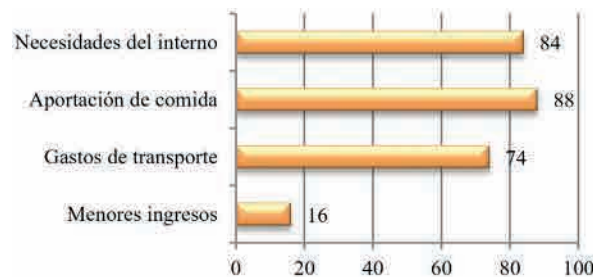


Figura 2. Nuevas necesidades desarrolladas por las familias de internos (nota: se consideran las 119 personas que afirmaron haber desarrollado nuevas necesidades).

Estas necesidades, surgidas a partir de la reclusión de uno de los miembros de la familia significan, en 31%, erogar hasta mil pesos mensuales; 29.9% entre mil y dos mil pesos, y 29.1% cifras superiores a dos mil pesos.

Aunado a esto, 40% de los entrevistados afirma que además de la problemática económica, su familia sufre por falta de oportunidades de trabajo; mientras que 29.1% ha tenido dificultades para mejorar laboralmente.

Por otro lado, 111 familias entrevistadas (73.5%) dedican parte de su presupuesto en recursos para apoyar al interno en su manutención; entre los principales gastos adicionales se encuentran la alimentación (93.7%), pagos por trámites legales (53.2%) y salud

(37.8%). Mientras que 24 familias (21.6%) admitieron pagar para garantizar la seguridad física de su familiar en el penal.

Para las familias, los gastos mensuales en aspectos adicionales del interno representan, en promedio, \$4,959 pesos en gastos legales, \$2,470 pesos en seguridad, \$1,378 en alimentación y \$706 pesos en salud.

ABANDONOS Y REZAGOS EDUCATIVOS

El impacto que la reclusión trae a la familia no se limita a aspectos económicos y de organización familiar, este hecho también influye en el ámbito educativo. En este sentido, en 16% de las familias, uno de sus miembros ha variado sus expectativas académicas, mientras que en 18.5% alguno de sus miembros tuvo que interrumpir sus estudios, principalmente en nivel medio superior (50%) y primaria (35.7%).

En contraste, 20.5% de los familiares entrevistados indicó que dentro de su núcleo uno de los miembros tuvo la posibilidad de concluir sus estudios; mientras que 66% no terminó ningún grado escolar.

ACCESO A SERVICIOS DE SALUD

En lo que respecta al aspecto de salud y seguridad social, 85% de los entrevistados cuenta con acceso algún servicio médico; de éstos, 30.4% está afiliado al IMSS; 68.1% al Seguro Popular y 5.8% recurren a otras formas de asistencia.

Entre las familias que no cuentan con seguridad social, 41.7% acude a los servicios que se brindan en las Farmacias Similares, 25% concurre a centros de salud y 8.3% acude a servicios médicos particulares o municipales.

Según los datos de la encuesta, en dos de cada diez familias (20.5%), uno de sus miembros padece una enfermedad que requiere atención constante. Las principales enfermedades sufridas por los familiares de internos penitenciarios son diabetes (22.6%), hipertensión (16.1%) o ambas enfermedades (9.7%). Por otro lado, existen tres casos de discapacidad y se registran enfermedades como artritis, osteoporosis, parálisis cerebral e, incluso, un caso de sida.

De las 31 familias de las cuales

uno de sus integrantes padece una enfermedad, 90.3% (28 familias) afirmó que su pariente recibe la atención médica necesaria, principalmente en el IMSS.

LA PRISIÓN Y SUS EFECTOS MULTILATERALES EN LA FAMILIA

Según los entrevistados, el principal efecto negativo que la prisión trajo a sus vidas es la merma de los ingresos económicos en su propio entorno, seguido por problemas familiares y el hecho de tener encarcelado a uno de los suyos. También, como familia, los conflictos emocionales están presentes y las restricciones de carácter alimenticio.

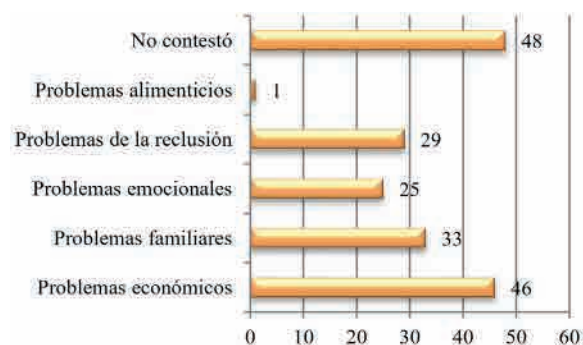


Figura 3. Consecuencia más negativa vivida por las familias de internos en centros penitenciarios.

Desde el punto de vista de los familiares entrevistados, 47% piensa que pudieron haber actuado para evitar que uno de los suyos incurriera en actividades delictivas que, a la postre, lo llevaron a un proceso de encarcelamiento; principalmente, teniendo mejor comunicación con él y apoyándolo para ir por cosas mejores.

Asimismo, 80% de los entrevistados afirma que si se tomara en cuenta a las familias de los internos, la reinserción de su pariente se facilitaría. En ese tenor, el mismo porcentaje de familiares indicó que le gustaría formar parte del proceso reinserción social de su familiar.

Por otro lado, 65.6% de los participantes sostiene que conoce cómo son las condiciones de vida de su familiar al interior del centro penitenciario. Entre los principales aspectos de la realidad carcelaria narradas a ellos por el interno se encuentran hacinamiento (68.7%); alimentación deficiente (55.6%); falta de atención de salud (55.6%); pagos por seguridad (44.4%) y abuso de autoridad (39.4%).

DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio nos señalan la existencia de variables asociadas a diversos tipos de vulnerabilidad entre las familias de encarcelados. Entre los factores más patentes de su fragilidad están aquellos vinculados tanto a pobreza como a pobreza extrema, llegando a erigirse en condiciones de una emergencia alimentaria.

Los datos encontrados indican que más de 60% de las familias devenga ingresos ligeramente superiores a aquellos clasificados como pobreza extrema. Los egresos extraordinarios emanados de la realidad carcelaria enfrentada por uno de los miembros de la familia propician la “colectivización” del trabajo, donde todos participan en la obtención de ingresos; sin embargo, este hecho provoca una mayor vulnerabilidad en el campo educativo, principalmente, en los jóvenes.

Ante los gastos extraordinarios de la familia y el mantenimiento del hogar, estos grupos encuentran en la economía informal el modo para solventar sus costos de vida en familia.

Respecto a otros estudios, los resultados de esta investigación coinciden con los hallazgos de Roenbluth y Krupart (2007) en el sentido de que el encarcelamiento de uno de los padres puede provocar problemas económicos considerables en una familia. Ambos autores advierten que las familias de internos son económica y socialmente vulnerables, aun antes del encarcelamiento y, en ello, también se tienen semejanzas en el sentido de bajos sueldos e ingresos precarios, factor que impacta directamente, agudizando la pobreza infantil entre los hijos de internos, tal como establecen las aseveraciones de Dervia King (2007).

Los costos individuales, económicos y sociales que la cárcel trae a las familias de encarcelados deben ser examinados por el Estado y la colectividad. Es de considerarse que la falta de inversión en las familias carcelarias golpea de forma directa sobre el capital social y democrático del México moderno, en uno de sus activos por demás trascendente: la cohesión social.

Las aportaciones de la presente investigación se enmarcan en la exploración y descripción de las condiciones socioambientales de un grupo de difícil acceso en términos de disposición, como las familias de encarcelados. Dichos núcleos, en Nuevo León, viven sujetos a los temores transmitidos por su propio familiar encarcelado, en el sentido de evitar hablar con otras personas sobre su caso y, además, a un esquema de desconfian-

za derivado de las condiciones de inseguridad pública afrontada en esta entidad, tanto dentro como fuera de los penales.

CONCLUSIONES

Los hallazgos derivados del presente análisis confirman los postulados expresados dentro del planteamiento del problema elaborado para efecto de establecer un perfil de las familias penitenciarias. Estos núcleos familiares no sólo viven condiciones de pobreza extrema y pobreza, sino también la ausencia de políticas sociales con programas donde, bajo un enfoque progresista, se dé paso a la atención de grupos en vulnerabilidad caracterizados por una pobreza estructural, reciclada y agudizada por la privación de la libertad de uno de los suyos tras haber delinquido.

Si bien es cierto que las políticas del Estado mexicano buscan priorizar el apoyo a familias en vulnerabilidad por pobreza y adicciones —como un esquema de fortalecimiento a las responsabilidades de subsistencia, protección, cuidado, educación y socialización propio de estos núcleos—, también lo es que cuando una familia atraviesa situaciones adversas por pobreza y conflictos vinculados a la legalidad —tras haber delinquido uno de los suyos—, la agenda político-social preserva una invisibilidad institucional para estos grupos.

Todo lo anterior surge aun y cuando el proceso carcelario ahonda en las familias la pobreza violentamente estructural que de por sí afrontan, y las coloca bajo un esquema de vulnerabilidad de sus propias fortalezas. En este ámbito, no obstante que no existen patrones únicos de respuesta porque cada núcleo familiar tiene sus propias contestaciones para asumir el encarcelamiento de uno de los suyos, resulta innegable que la reclusión suele conducir a procesos y eventos impactantes en dimensiones, tanto individuales como colectivas de la familia.

La prisión conlleva, para todas las familias de internos, gastos extra al tiempo de que las despoja de parte de los ingresos que el padre, madre o hijo(a) encarcelado aportaban antes de ser reclusos.

Las acciones punitivas del sistema penitenciario conducen a la segregación de estas familias y a una exclusión social. Estado y comunidad deben asumir que el impacto negativo que el delito trae al tejido social no finaliza con el encarcelamiento del presunto delincuente. Subsiste un círculo perverso en el cual se lesiona indirectamente al entorno familiar del recluso(a). Estas

víctimas indirectas del delito –no contabilizadas aún en nuestras estadísticas oficiales–, ven agravadas sus condiciones de vulnerabilidad y exclusión porque la pobreza se torna, así, en un ciclo intergeneracional para ellos.

Como lo advierte Braman (2002), los costos de la cárcel son resentidos por los miembros adultos de la familia más cercanos al encarcelado, con el tiempo, todo su efecto caerá en la siguientes generación.

La desinversión social sobre esas familias carcelarias significa una merma del capital social necesario para el logro de la cohesión y el desarrollo en la sociedad mexicana del siglo XXI.

La dureza del ciclo carcelario tiene efectos multilaterales no sólo en el recluso, también, y fundamentalmente, en su familia.

RECOMENDACIONES

Los resultados emanados de este proceso de investigación derivan en la identificación de las múltiples problemáticas vividas por los familiares de internos penitenciarios, mismos que reclaman la atención de diversos ámbitos. Con base en ello, se recomienda:

1. Al Estado le corresponde asumir la integración de una política social enfocada a conocer a profundidad la cruda realidad de las familias de internos penitenciarios.
2. Impulsar la creación de un instituto que, con la cooperación del Estado, las universidades y las ONG especializadas dediquen sus esfuerzos a detectar, atender y canalizar las necesidades más urgentes de estos núcleos.
3. Activar el trabajo remunerado en los penales; si bien este factor es considerado dentro de los esquemas de reducción de penas, los salarios percibidos por una jornada laboral no alcanzan para la propia subsistencia del interno ni tampoco para el apoyo a sus familias.
4. Instrumentar programas con un sentido social, como podría ser la ayuda para los gastos de transportación al realizar la visita carcelaria, créditos en materia de vivienda y ayuda alimenticia.
5. Los déficits sociales y laborales que estas familias viven, sumados a las estigmatizaciones de las cuales suelen ser objeto, hablan de la urgencia de establecer programas de trabajo con ellos para activar el uso de sus propias fortalezas.

6. Establecer programas sociales con visión de género que auxilien a las mujeres en sus nuevos roles de gestoras, proveedoras y jefas de familia que la prisión les impone, con un evidente impacto directo en los hijos y demás miembros del núcleo.
7. Desde la academia, es importante impulsar la investigación y el análisis de estudios sobre estas familias en vulnerabilidad y con datos científicos romper el silencio social e institucional sobre ellas, a fin de hacerlas visibles como un tema de agenda pendiente en nuestra democracia.

REFERENCIAS

Adalist-Estrin, A. (2015). *Why maintain relationships?* Estados Unidos: The National Resource Center on Children and Families of the Incarcerated of New Jersey. Disponible en: <https://nrccfi.camden.rutgers.edu>

Arditti, J., Lambert-Shute, J., y Joest, K. (2003). Saturday morning at the Jail: Implication of Incarceration for Families and Children on Family Relations. *Revista Family Relations*. 3(52).

Bernstein, N. (2007). *All alone in the world: Children of the incarcerated*. Estados Unidos: Quaker United Nation Office

Braman, D. (2002). *Families and Incarceration*. Reporte de Investigación. Estados Unidos: Departamento de Justicia de Estados Unidos. Disponible en: www.ncjrs.org

Centro de Investigación y Docencia Económicas. (2012). *Resultados de la Primera Encuesta Realizada a Población Interna en Centros Federales de Readaptación Social*. México: CIDE.

Cerda, P. (2014). *Prisión y familia: retos para la cohesión y el desarrollo del siglo XXI*. México: Universidad Autónoma de Nuevo León.

Finney, C., y Addams, J. (2001). *De la prisión a casa: el efecto del encarcelamiento y reingreso de niños, familias y comunidades. presos y familias: temas de crianza durante el encarcelamiento*. Estados Unidos: Colegio de Trabajo Social de la Universidad de Illinois en Chicago.

Guzmán, T. (2001). *La carrera delincencial en Bogotá: el caso del delincuente menor*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia

Herrera, M., y Soriano, R. (2004). La teoría de la acción social. *Revista Papers*. 73.

Inegi. (2014). *Estadísticas de internos penitenciarios*. México: Inegi.

Kent, V. (1978). Telegrama enviado al entonces presidente español Adolfo Suárez el 22 de marzo de 1978. *El País*. Disponible en: http://elpais.com/diario/1978/03/26/sociedad/259714810_850215.html.

Martí, J., y Cid, J. (2015). Encarcelamiento, lazos familiares y reincidencia. Explorando los límites del familismo. *Revista Internacional de Sociología*. 73. Disponible en: <http://dx.doi.org/103989/ris.2013.02.04>

México evalúa. (2013). *La prisión es tan costosa tanto en términos sociales como monetarios. La cárcel ¿para qué?* México: Centro de Análisis de Políticas Públicas.

Robertson, O. (2007). *The impact of parental imprisonment on children*. Estados Unidos: Quaker United Nations Office.

Roman, M. (2007). *Toddlers behind bars: Spanish prison offers family cells for couples with children*. USA today. Julio.

Rosenberg, J. (2009). *La niñez también necesita de su papa: hijos e hijas de padres encarcelados*. Estados Unidos: Quaker United Nations Office

Rosenbluth, J., y Krupat, T. (2007). *Children of Incarcerated Parents: Turning Riks into Promise*. Disponible en: www.guidancechannel.com


The National Resource Center on Children and Families of the Incarcerated. (2015). *Children of Incarcerated Parents*. Estados Unidos: Rutgers University. Disponible en: <https://nrccfi.camden.rutgers.edu>


Yela, M., y Chiclana, S. (2008). *El psicólogo en instituciones penitenciarias: teoría y práctica*. España: Consejo General de Colegios Oficiales de Psicólogos.

RECIBIDO: 25/11/2016

ACEPTADO: 19/10/2017


CiENCIA UANL


 **UANL**
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN


 **Vision 2020 UANL**

La revista CiENCIA UANL te invita a publicar tus cuentos de ciencia ficción, dibujos, poemas, comics o fotografías en la sección *Imaginaria*, un espacio dedicado a las muestras artísticas.

Si estas interesado, manda un correo a esta dirección revista.ciencia@uanl.mx para mayor información.

 Revista CIENCIA UANL

 @Ciencia_UANL

 Revista CIENCIA UANL



Método de inventiva para solucionar problemas: aplicación bimetal

Luis Miguel Franco Caballero*, Javier Leal Iga**

RESUMEN

La innovación es actualmente un tema prioritario a nivel mundial. El progreso económico de un país está íntimamente relacionado con la capacidad de inventiva de sus habitantes. Así, en el presente documento se hace una explicación del uso de la aplicación en línea TRIZ, metodología utilizada para la solución de problemas de inventiva, herramienta de la Asociación Mexicana de TRIZ.

Como caso de estudio, la herramienta se aplica en el desarrollo de un disyuntor usando un Bimetal.

Palabras clave: *Patentes, Innovación, Metodología, Triz, Bimetal.*

En este mundo globalizado, donde la tecnología se ha convertido en la moneda de cambio y el factor que define la potencialidad de desarrollo económico de un país, se hace cada vez más importante la capacidad de innovación en todos los ámbitos de la actividad humana. De igual forma en la educación, la producción industrial, en la comercialización de las mercancías, la producción y conservación de alimentos, entre otras.

Existe una amplia gama de aplicaciones para el tema de la innovación. En el presente trabajo se presenta una de estas herramientas, el TRIZ, aplicado a encontrar la solución del uso de un bimetal como disparador en un disyuntor.

Innovar no sólo implica encontrar nuevas tecnologías, nuevos productos o nuevas formas de hacer las cosas para satisfacer las necesidades del usuario. En el diccionario de la lengua española (Real Academia de la Lengua, 2009), innovar se define como “mudar o alterar algo, introduciendo novedades”, con esto se quiere decir que no se necesita crear algo desde cero, lo que indica es que puede ser alterado o modificado para hacerlo útil a las necesidades que son requeridas.

ABSTRACT

Innovation is currently a priority issue at the global level. The inventive capacity of its inhabitants and the economic progress of a country is closely related. Thus, is made an explanation in this document of the use of the online application of TRIZ, it is a methodology used for the solution of inventiveness problems, and is a tool of the Mexican Association of TRIZ.

As a case study, is applied the tool in the development of a circuit breaker using a Bimetal.

Keywords: *Patents, Innovation, Methodology, Triz, Bimetal.*

Por ejemplo, usar procedimientos de cortado, pegado, cambio de color, entre otros.

Los métodos de inventiva son herramientas que nos ayudan a resolver problemas o generar nuevas ideas aplicadas a nuevos desarrollos. En experiencia laboral, una herramienta que nos ayuda es *think out of the box*

(o pensar fuera de la caja, como lo indica su anglicismo), consiste en no siempre quedarse con la primera idea que surge, quizás en otra haya una solución o inventiva más rápida o más exacta.

Dentro de las herramientas manejadas en innovación, el TRIZ (Altshuller, 1997, Shneirderman, 2007), (por su acrónimo en ruso *Tieoriya Riesheniya Izobriatelskij Zadach* –Rantanen y Domb, 2007–, Teoría de Solución de Problemas Inventiva –Altshuller, 1997–) ha demostrado ser muy útil para desarrollar invención. Se conserva su denominación porque ya es reconocida

* Facultad de Arquitectura.

** Facultad de Ingeniería Civil.

Universidad Autónoma de Nuevo León.
Contacto: luismiguel.franco81@gmail.com

de esa manera; el TRIZ fue creado por Genrich Altshuller en 1945 (Altshuller,1997).

Altshuller menciona que la solución a los problemas de inventiva está en las patentes, no quiere decir que se sugiera hacer una copia exacta de la misma, esto sería infringir la ley, pero tomarla desde otro punto de vista pues existen muchos campos del conocimiento como la química, electricidad, mecánica, electromecánica, la matemática, entre otras, que aportarían nuevos enfoques y puntos de vista para crear un producto innovador. Algunos casos de estudio se pueden encontrar en Belski *et al.* (2016).

HERRAMIENTA PARA INNOVACION-TRIZ

TRIZ se basa en el estudio de las patentes con 40 principios de inventiva y se llega a ellos por medio de 39 parámetros técnicos. Para identificar el problema se utilizan los 39 parámetros técnicos, los cuales nos indican que está vinculado con el mismo. Estos parámetros permiten desarrollar una matriz en función de las contradicciones, y entre la intersección encontramos uno o más de los 40 principios de Altshuller que nos llevarán a la solución o la inventiva de un problema.

Tabla I. Los 39 parámetros técnicos.

1	Peso de objeto móvil
2	Peso de objeto inmóvil
3	Longitud de objeto móvil
4	Longitud de objeto inmóvil
5	Área de objeto móvil
6	Área de objeto inmóvil
7	Volumen de objeto móvil
8	Volumen de objeto inmóvil
9	Velocidad
10	Fuerza
11	Tensión o Presión
12	Forma
13	Estabilidad de composición del objeto
14	Fortaleza
15	Duración de la acción del objeto móvil
16	Duración de la acción del objeto inmóvil
17	Temperatura
18	Intensidad de iluminación
19	Uso de energía del objeto móvil
20	Uso de energía del objeto inmóvil
21	Potencia
22	Pérdida de energía
23	Pérdida de sustancia
24	Pérdida de información
25	Pérdida de tiempo
26	Cantidad de sustancia
27	Confiablez
28	Exactitud de la medida
29	Precisión de fabricación
30	El daño externo afecta el objeto
31	Efectos perjudiciales provocados por el objeto
32	Facilidad para la fabricación
33	Facilidad de uso
34	Facilidad de reparación
35	Adaptabilidad o flexibilidad
36	Complejidad del dispositivo
37	Complejidad de control
38	Grado de automatización
39	Productividad

Los 39 parámetros técnicos nos indicarán las dimensiones vinculadas con el problema, la inventiva o característica; en otras palabras, lo que queremos mantener del problema. Estos 39 parámetros se dividen en tres grupos según su problema, variable o característica (tabla I). La descripción completa de las variables se puede encontrar en Gadd (2011).

El primer grupo son los parámetros 1 al 26, los fenómenos físicos y comunes; el segundo grupo son los negativos independientes: 15, 16, 19, 20, 22 al 26, 30, 31, 36 y 37, y el tercer grupo, los que son positivos independientes: 13, 14, 27, 28, 29 y del 32 al 39.

Los 40 principios de TRIZ mostrados en la tabla II son los estudios de todas las patentes que existen, cada principio ha sido aplicado para resolver un problema, invento o característica. Altshuller descubrió, al estudiar más de 200 mil patentes, que todas tenían una solución directa y de éstas sólo 40 mil tenían una solución inventiva.

Tabla II. Los 40 principios de inventiva.

1	Segmentación
2	Extracción
3	Calidad local
4	Asimetría
5	Combinar
6	Universalidad
7	Anidación
8	Contrapeso
9	Reacción preliminar
10	Acción preliminar
11	Precaución previa
12	Equipotencialidad
13	Inversión
14	Esfericidad Curvatura
15	Dinámica
16	Acciones parciales
17	Otra dimensión
18	Vibraciones mecánicas
19	Acción periódica
20	Continuidad acción útil
21	Pasar rápidamente
22	Convertir lo negativo en positivo
23	Retroalimentación
24	Mediador
25	Autoservicio
26	Copiar
27	Objetos baratos o de corta vida
28	Sustitución sistemas mecánicos
29	Neumáticas e Hidráulicas
30	Membranas delgadas
31	Materiales porosos
32	Cambios de Color
33	Homogeneidad
34	Restauración y regeneración de partes
35	Transformación del estado físico y químico
36	Transiciones de fase
37	Expansión térmica
38	Oxidantes fuertes
39	Atmosferas inerte
40	Materiales compuestos

Altshuller también clasificó cada descubrimiento o innovación encontrado en cada patente como un nivel de inventiva y estableció cinco niveles:

1. Los problemas rutinarios resueltos con métodos conocidos. No necesita alguna invención.
2. Mejoras menores con soluciones conocidas dentro de la industria.
3. Una mejora fundamental por métodos conocidos fuera de la industria.
4. La solución está más cerca de la ciencia que en la tecnología
5. Uno descubrimiento o invención.

Asimismo, notó que cada vez que aumentaba el nivel para poder llegar a una solución se necesitaba un mayor número de soluciones en las cuales el conocimiento era requerido.

Tabla III. Niveles de inventiva.

Nivel	Grado Inventiva	% de Soluciones	Fuente Conocimiento	N° aproximado de ensayos
1	Solución Clara	32%	Personal	10
2	Mejora menor	45%	Dentro de la Compañía	100
3	Mejora mayor	18%	Dentro de la Industria	1.000
4	Nuevo Concepto	4%	Fuera de la Industria	100.000
5	Descubrimiento	1%	Todo el conocimiento	1.000.000

El pensamiento fuera de la caja quiere decir que en nuestro conocimiento común están los tres primeros niveles de inventiva de TRIZ y lo que se encuentra fuera de ella son innovaciones

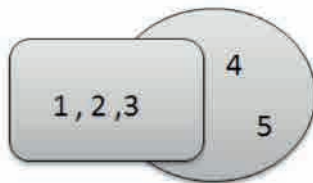


Figura 1. Explicación grafica del pensamiento fuera de la caja (todas las figuras son de elaboración propia).

CÓMO FUNCIONA-TRIZ

Rantanen y Domb (2007) muestran los pasos a seguir en la figura 2, donde el paso uno es identificar el problema con los 39 parámetros técnicos. El paso dos es el problema genérico, basado en la matriz de contradicciones. El paso tres son los 40 principios de inventiva y el cuarto paso es la solución.

Una contradicción surge cuando se requiere modificar el problema específico, pero el problema genérico se ve afectado. Por dar un ejemplo, en pocas palabras, si quiero cambiar el área, pero se requiere que no se vea afectada la longitud.



Figura 2. Esquema de Pasos TRIZ.

AMETRIZ es la asociación mexicana de TRIZ que elaboró una herramienta virtual muy fácil y sintetizada de la matriz de contradicciones. Se cargan los 40 principios de inventiva según los 39 parámetros.

EJEMPLO DE SOLUCIÓN DE UN PROBLEMA CON-TRIZ

Un bimetel en cantiléver necesita mucho calor para flexionarse y así ejercer una fuerza (figura IV). El problema existe en que la temperatura es excesiva para poderse flexionar.

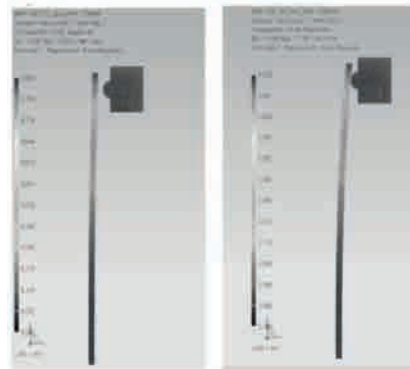


Figura 4. Flexión de un bimetel.

El problema específico es la temperatura, pues es el factor que hace funcionar el bimetel, pero en exceso puede degradar su forma. Por lo tanto, se da por entendido que se pretende mejorar este factor.

En la figura 3 se utiliza la matriz de contradicciones interactiva de AMETRIZ (Asociación Mexicana de TRIZ, 2017), para solucionar el problema.

Figura 3. Matriz de contradicciones interactiva.

Utilizando la herramienta interactiva nos arroja los siguientes principios de inventiva:

- Esferoidalidad
- Convertir algo malo en un beneficio
- Acción periódica
- Cambio de color

Una de las posibles soluciones más factible es la de acción periódica, la cual nos arroja las siguientes soluciones:

- Use pausas entre impulsos para dar acción adicional
- Si una acción es periódica, cambie su frecuencia
- Reemplace una acción continua con una periódica o un impulso.

Analizando los principios de inventiva, se determina seleccionar la opción que nos sugiere el remplazo de una acción continua con una periódica o un impulso.

Por lo cual se determina reemplazar la acción continua del bimetal en cantiléver (la acción continua del cantiléver consiste en la flexión gradual provocada por el calor), por la acción de impulso de un bimetal de snap o de chasquido, figura 5 (la acción de snap consiste en un cambio repentino de estado del bimetal, al llegar a un valor preciso de calor), resultando en un mecanismo más óptimo.



Figura 5. Bimetal snap o acción rápida.

CONCLUSIONES

TRIZ tiene la versatilidad de ser aplicada en áreas como biología, química, física, diseño, entre otros. Es una herramienta que nos ayuda a pensar fuera de la caja con soluciones más innovadoras. La interactividad de AMETRIZ es fácil de usar y en línea. El uso de la herramienta permitió la innovación del diseño de un nuevo bimetal de snap más eficiente.

Gracias a la metodología de TRIZ plantada en este artículo y al análisis efectuado en el presente trabajo, se llegó a una innovación que derivó en la patente US20140232510 (Alcantara *et al.*, 2014).

PAGINAS DE INTERÉS

<http://www.ametriz.org/> herramienta interactiva desarrollada por la Asociación Mexicana de TRIZ, muy fácil para realizar la matriz de contradicciones.

<https://www.facebook.com/ametriz/> red social de la Asociación Mexicana de TRIZ, información de cursos y talleres, así como conferencias.

REFERENCIAS

Alcantara, G. *et al.* (2014). US Patent Number 20140232510. Thermo magnetic trip unit for a circuit breaker and circuit breaker. *Patent Publications*. Disponible en <https://patentimages.storage.googleapis.com/df/06/5c/461ec02b1848bf/US20140232510A1.pdf>

Altshuller, G. (1997). *Introducción a la innovación sistemática: TRIZ. De pronto apareció el inventor*. Internet Global, Valencia.

Asociación Mexicana de TRIZ. (2017). Disponible en <http://www.ametriz.org/>

Belski, I., Dobrusskin, Ch., Livotov, P., *et al.* (2016). Selected papers presented at the 15th International TRIZ. *Journal of the European TRIZ Association Innovation*, 1(2). Disponible en [http://triz.h4u.eu/Innovator_01-2016_\(02\).pdf](http://triz.h4u.eu/Innovator_01-2016_(02).pdf)

Gadd, K. (2011). *TRIZ for Engineers: Enabling Inventive Problem Solving*, Wiley. DOI: 10.1002/9780470684320

Real Academia de la Lengua. (2009). *Diccionario de la lengua española*. Espasa-Calpe, Planeta de libros.com. <http://rae.es/>

Rantanen, K., y Domb, E. (2007). *Simplified TRIZ: New Problem Solving Applications for Engineers and Manufacturing Professionals*. Boca Raton FL: Auerbach Publications.

Savransky, S.D., y Stephan, C. (1996). Triz: The methodology of inventive problem solving. *The Industrial Physicist*, 2(4): 22-25.

Shneiderman, B. (2007). Creativity support tools: Accelerating discovery and innovation. *Communications of the ACM*. 50(12): 20-32.

RECIBIDO: 04/08/2016

ACEPTADO: 07/11/2017



Determinación de la edad en especies maderables del trópico y subtrópico

Pamela Anabel Canizales Velázquez*, Óscar Alberto Aguirre Calderón*

RESUMEN

Los métodos indirectos fueron hace algunos años los más empleados para determinar la edad de árboles tropicales y subtropicales. Actualmente el conteo de anillos de crecimiento y el análisis de la anatomía de la madera, utilizadas en conjunto, han demostrado ser técnicas poderosas para estimar con exactitud la edad de árboles tropicales y subtropicales. Asimismo, la innovación tecnológica ha permitido el empleo de técnicas más precisas (datación por radiocarbono ^{14}C e isótopos estables). Las investigaciones en estos ecosistemas pueden ser consideradas incipientes, por lo que determinar la edad de los árboles en el trópico y subtrópico continúa siendo un reto importante.

Palabras clave: anatomía de la madera, anillos de crecimiento, ecosistemas, isótopos estables, métodos.

¿POR QUÉ ES IMPORTANTE DETERMINAR LA EDAD DE LOS ÁRBOLES?

Los anillos de crecimiento son capas de células de xilema o floema producidas durante un periodo que pueden observarse en la sección transversal de un árbol como bandas circulares. El límite entre dos anillos suele estar netamente marcado por el cambio de estructura, densidad y muchas veces también de color entre las células de la madera tardía de un anillo y las de la madera temprana del siguiente (Kaennel y Schweingruber, 1995). La formación de anillos de crecimiento en el tronco de los árboles se atribuye principalmente a las variaciones favorables o desfavorables de las condiciones de crecimiento (Worbes, 1995).

En el caso de maderas tropicales, la delimitación de los anillos de crecimiento puede estar dada por estructuras celulares como parénquima marginal y fibras de

ABSTRACT

The indirect methods were widely used a few years to determine the age of subtropical and tropical trees. At the present the counting of growth ring and the timber anatomy analysis used as a whole have been demonstrated to be powerful techniques to accurately estimate the age of subtropical and tropical trees. Additionally, the technological innovation has been possible to employ techniques more accurate (^{14}C radiocarbon dating and stable isotopes). These ecosystems researches can be considered emerging, consequently to determine the age of the subtropical and tropic trees continues to be an important challenge.

Keywords: timber anatomy, growth rings, ecosystems, stable isotopes, methods.

paredes más gruesas o aplanadas en dirección radial. Para confirmar la presencia de anillos en ocasiones es necesario hacer un análisis anatómico de los componentes celulares en la madera (elementos de vaso y fibras) (Carlquist, 1988).

Una de las preguntas más importantes sin resolver en la investigación forestal tropical es la dinámica de los bosques tropicales (Worbes, 2002). Diferentes métodos indirectos para estimar la edad y las tasas de crecimiento no han brindado respuestas satisfactorias a esta pregunta (Martínez y Álvarez, 1998).

El estudio y modelación del crecimiento de los árboles tropicales es un tema de gran importancia en campos de las ciencias biológicas y forestales (Del Valle, 1997). El análisis de los anillos de crecimiento tiene

* Universidad Autónoma de Nuevo León.
Contacto: pamcanizales@hotmail.com

un gran potencial como herramienta para evaluar las prácticas de manejo forestal proporcionando información directa sobre las edades de los árboles aprovechables (Worbes *et al.*, 2003), además pueden proporcionar información extraordinaria respecto a la fijación de carbono y autoecología de los árboles (Brienen, 2005; Worbes y Junk, 1989; Worbes, 1999; Giraldo, 2011).

El objetivo del presente trabajo fue realizar una revisión de los diferentes métodos para determinar la edad en especies maderables del trópico y subtropical, así como una recopilación de estudios llevados a cabo con las diferentes metodologías. Lo anterior debido a la urgente necesidad de aportar información sobre este tema, ya que las especies tropicales y subtropicales han sido poco estudiadas; además, estos métodos no sólo aportan información de la edad de los árboles, también brindan valiosa información de la biología de estos ecosistemas.

ANILLOS DE CRECIMIENTO EN ESPECIES TROPICALES Y SUBTROPICALES

El primero en reportar anillos de crecimiento en árboles tropicales fue Coster, en 1927, quien realizó observaciones anatómicas de la madera para poder explicar la regulación de la formación periódica (Worbes, 2002). Posteriormente, en 1931, Berlage utilizó el trabajo de Coster para construir la primera cronología de árboles tropicales en Java (Berlage, 1931). Otro trabajo importante para la investigación de anillos de crecimiento en los trópicos fue el de Mariaux, en 1967, quien desarrolló métodos para probar la periodicidad anual de crecimiento en la madera (Mariaux, 1967).

Brienen (2005) menciona a diversos autores que atribuyen la formación de anillos anuales en especies tropicales a diferentes causas, como inundaciones anuales (Dezseo *et al.*, 2003), por variación estacional a lo largo del día (Borchert y Rivera, 2001), o la variación estacional de las precipitaciones (Worbes, 1999) y posiblemente por ritmos internos no identificados (Alvim y Alvim, 1978).

En la mayoría de las áreas forestales inundables, la formación de anillos de crecimiento se encuentra probablemente inducida por la ocurrencia de una estación seca anual de varios meses, aunque se ha comprobado la presencia de anillos anuales en árboles de clima siempre húmedo (todos los meses >100 mm) (Worbes, 1999). Por otra parte, existen evidencias que sugieren

que los anillos de árboles tropicales y su anualidad tienen un componente genético muy importante; no obstante, el ambiente ejerce influencia en el ancho, densidad y porosidad de los anillos (Creber, 1977).

Los primeros estudios se centraban en estudiar los anillos de crecimiento para determinar las relaciones climáticas con el crecimiento y desarrollar cronologías sensibles al clima. Actualmente, los anillos de crecimiento son más intensamente utilizados para obtener información de edad de los árboles, dinámica forestal e historia de los bosques (Brienen, 2005).

Los métodos para determinar la edad en árboles “sin anillos” pueden clasificarse como indirectos: cálculo del tiempo de paso, el empleo de funciones matemáticas, indicadores radiactivos y métodos directos por conteo de anillos de crecimiento, datación por radiocarbono y monitoreo de cohortes (Martínez y Álvarez, 1998; Gonzaga, 1977; Lojan, 1967). O bien, pueden clasificarse como métodos destructivos (colección y preparación de muestras, anatomía de la madera, conteo de anillos en árboles de edad conocida, heridas al cámbium, datación con radiocarbono, cicatrices de fuego, densitometría con rayos X e isótopos estables) y métodos no destructivos (investigaciones fenológicas, bandas dendrométricas) (Worbes, 1995).

CÁLCULO DEL TIEMPO DE PASO

El cálculo del tiempo de paso es un método indirecto empleado para encontrar la relación entre edad y diámetro basado en el crecimiento dentro de clases diamétricas. El método recomendado por Osmaton (Gonzaga, 1997) consiste en: 1) seleccionar árboles y disponerlos en clases diamétricas, 2) determinar para cada clase diamétrica el incremento corriente anual promedio (ICA-P), 3) colocar en un eje de coordenadas los puntos correspondientes a los ICA-P en las ordenadas vs. el punto medio de cada clase de DAP (diámetro a la altura del pecho) en las abscisas. Se traza una curva a través de tales puntos, entonces los valores de los ICA-P se leen ya corregidos por clase de DAP, 4) se divide la amplitud de cada clase entre su ICA-P corregido. Esto da el tiempo de paso, es decir, el tiempo requerido para que un árbol promedio pase desde el límite inferior hasta el superior de la clase diamétrica, 5) sumando los tiempos de paso se obtiene el tiempo necesario para que un árbol promedio crezca desde cero hasta el límite superior de cada una de las clases diamétricas que se va adicionando.

Este método fue muy empleado en diferentes países como Malasia, Guyana, India y Tailandia, en especies como *Ocotea radiaei*, *Baikiaea plurijuga* y *Mora excelsa*, y tuvo diversas modificaciones para su implementación (Gonzaga, 1977; Lojan, 1967; Del Valle, 1979).

FUNCIONES MATEMÁTICAS

Entre los métodos para determinar edad a través de ecuaciones matemáticas, se pueden mencionar: la fórmula 1, referenciada por Lojan en 1967, la fórmula de Griffith y Prasad y la fórmula de Pande. Las primeras dos fórmulas demostraron ser poco satisfactorias, mientras que el método de Pande demostró tener mejores resultados (Gonzaga, 1977; Lojan, 1967; Pande, 1960). Asimismo, se encuentra la fórmula Bertalanffy, método propuesto para determinar las curvas de crecimiento a partir de las de incremento y para determinar la edad de las especies tropicales, éste mostró ser más general y práctico, y fue ampliamente utilizada a partir de 1963 (Pienaar y Turnbull, 1973; Ito y Osumi, 1984).

ANATOMÍA DE LA MADERA

La anatomía de la madera es importante, pues permite identificar las características necesarias que debe tener una especie para dendrocronología, así como determinar la correcta identificación de los anillos de crecimiento (Beltrán y Valencia, 2013). A continuación se describe de manera general el método.

Con el objeto de determinar las características anatómicas del leño, asociadas a la delimitación de los anillos de crecimiento, se cortan cubos de madera de dos centímetros y medio de lado del material colectado. Posteriormente, éstos se ablandan hirviéndolos en agua durante tres horas para obtener láminas de corte transversal de 20 a 40 μ de espesor mediante un micrótopo de deslizamiento horizontal, o bien pueden ser ablandadas con alcohol o glicerina. Las láminas cortadas pueden ser deshidratadas en alcohol a diferentes concentraciones o sumergir en agua por 20 minutos; consecutivamente se aclaran con reactivo verde brillante y se colorean con safranina a 1%. Luego se colocan en portaobjetos con una o dos gotas de bálsamo de Canadá, y se cubren con una lámina cubreobjetos para su posterior observación microscópica. Para la descripción anatómica de las especies, se sigue la metodología de la Asociación Internacional de Anatomistas de la Madera (IAWA, 1989; Durán *et al.*, 2014; Pereyra *et al.*, 2014).

Roig *et al.* (2005) estudiaron las características anatómicas de la madera de 52 especies de árboles semi-tropicales en Yucatán, México, encontrando anillos diferenciados en 72% de las especies analizadas, siendo el parénquima marginal la característica anatómica más común asociada con los límites de crecimiento.

López *et al.* (2006) analizaron anatómicamente la madera de tres especies tropicales de importancia comercial en Colima, México. Demostrando la formación de anillos periódicos y anuales para las especies *Tabebuia donnell-smithii*, *Cedrela elaeagnoides* y *Bursera simaruba*.

Beltrán y Valencia realizaron una caracterización anatómica de anillos de crecimiento de 80 especies en la Selva Central de Perú, encontrando 23 especies con potencial para estudios dendrocronológicos, es decir, presentan anillos de crecimiento visibles y de producción anual (Beltrán y Valencia, 2013). Durante esta investigación se reportaron 13 especies de la familia *Fabaceae*, registrando cuatro de ellas con potencial dendrocronológico; lo anterior cobra importancia debido a que, en Nuevo León, una de las familias predominantes es *Fabaceae*, por lo que este estudio brinda una ventana para el desarrollo de estudios de potencial dendrocronológico en la región.

Por su parte, Durán *et al.* (2014) obtuvieron una cronología de 69 años para la especie *Bursera lancifolia* en un bosque tropical caducifolio de México. Pereyra *et al.* (2014) en la selva central de Perú, estimaron para la especie *Cedrela odorata* una longevidad de más de 200 años.

Una estrategia útil para la identificación de los límites de anillos de crecimiento de árboles de especies tropicales es identificar dos o más características anatómicas; la presencia de parénquima marginal, por ejemplo, es la característica más común y más identificable que define los límites de los anillos de crecimiento (Lisi *et al.*, 2008).

MEDICIONES CON DENDRÓMETROS

Para llevar a cabo este método pueden emplearse dos tipos de dendrómetros. Los dendrómetros de banda miden los cambios (aumento) en la circunferencia del árbol, pudiendo deducir la época de formación de la madera; el dendrómetro puntual mide los cambios en un punto del árbol, en este caso los valores obtenidos difieren significativamente dependiendo de la altura en

el árbol y la orientación en la que es colocado, pero resultan más eficientes y sensibles para detectar variaciones dentro de un árbol (Vázquez, Tapias y González, 2009).

En la revisión llevada a cabo por Callado *et al.*, se mencionan alrededor de 18 estudios en América del Sur para determinar la periodicidad cambial a través del empleo de dendrómetros (Callado *et al.*, 2013), a continuación se mencionan algunos.

A través del análisis de anillos de crecimiento y medidas dendrométricas, se llevó a cabo un estudio en 37 especies del bosque semidecíduo en Venezuela, las medidas dendrométricas mostraron que el ritmo de crecimiento anual se encuentra correlacionado con los patrones de precipitación. A través del diámetro máximo estimado y la tasa de crecimiento de una de las especies estudiadas se calculó una edad de 160 años para el área (Worbes, 1999).

Lisi *et al.* (2008) después de siete años de mediciones a través de dendrómetros de banda, en conjunto con el método de las “ventanas de Mariaux” y el análisis anatómico de la madera, determinaron que 24 especies de un bosque semidecíduo en el sureste de Brasil, forman anillos de crecimiento anuales, lo cual sugiere que las especies estudiadas poseen un ciclo anual de formación de madera. Por lo tanto, estos árboles poseen potencial para determinar tasas de crecimiento y determinar su edad

Las desventajas de las mediciones con dendrómetros es el difícil mantenimiento de los instrumentos de medición en lugares remotos y en condiciones tropicales húmedas, lo anterior por las condiciones adversas del ambiente (Bräuning y Burchardt, 2006).

CONTEO DE ANILLOS DE CRECIMIENTO

A través de una sección transversal del tronco es posible determinar la edad de un árbol por el número de anillos observados en ella, pudiendo de esta manera conocer el historial de vida por la diferencia de espesor de dichos anillos. Como se mencionó anteriormente, la determinación de la edad de las especies tropicales se dificulta por diversas razones: *a)* poca definición de los anillos, *b)* presencia de anillos falsos, *c)* falta de certeza de que los anillos sean anuales y no estacionales (Gonzaga, 1977).

Mariaux fue el primero en plantear un método para demostrar la anualidad de los anillos de crecimiento en especies de África, el cual consiste en realizar heridas en árboles (“ventanas de Mariaux”) con edad conocida en el cámbium vascular. Varios años después se puede corroborar, mediante observaciones en la sección transversal, si el número de anillos formados es igual a los años transcurridos desde que se formó la cicatriz en la madera (Mariaux, 1967).

El método para contar los anillos de crecimiento a través de técnicas dendrocronológicas consiste regularmente en tomar muestras utilizando un taladro de Pressler; sin embargo, la toma de las secciones transversales es actualmente la práctica más común en las zonas tropicales y subtropicales, donde predominan árboles de madera de alta densidad (Roig *et al.*, 2005; Boninsegna *et al.*, 2009). La metodología a seguir es la internacionalmente aceptada descrita por Fritts (1976), que consiste en el pulido de las muestras con lijas en granos progresivamente más finos, dejando la superficie libre de polvo. El lijado puede llevarse a cabo manual o mecánicamente, paso fundamental ya que de él depende qué tan bien se observen los anillos de crecimiento para poder realizar el fechado correcto de los anillos de crecimiento al año de su formación, de acuerdo a la metodología descrita por Stokes y Smiley (1968).

La primera especie arbórea estudiada de América tropical fue posiblemente *Cordia alliodora*, por Pérez en 1954, quien supuso acertadamente que los anillos eran anuales. Posteriormente, Heinrich Tschinkel demostró la anualidad de los anillos de esta especie (Giraldo, 2011).

Grau *et al.*, en su estudio de dendroecología subtropical en Argentina, encontraron 14 especies con potencial dendroecológico con edades de los 40 a los 300 años, destacando especies de las familias *Juglandaceae*, *Meliaceae* y *Fabaceae* (Grau, Easdale y Paolini, 2003). Entre los estudios destacados del género *Polylepis* para descubrir su potencial dendrocronológico se encuentran los de Argollo (2004) y Roig (2001). Villalba *et al.* (1989) desarrollaron la primera cronología para *Prosopis flexuosa* en 1989 en Argentina

Los estudios para determinar la presencia y anualidad de anillos de crecimiento de las especies de árboles en los trópicos y subtropicos se extienden por diversas partes del mundo, algunos ejemplos son los desarrollados por Cusatis *et al.* (2013), en Brasil; Melandri *et al.* (2007), en Venezuela; Harley *et al.* (2011), en Estados Unidos de América; y Maingi *et al.* (2006) y David *et al.* (2014) en África.

El desarrollo de cronologías en zonas subtropicales (aproximadamente 40) es relativamente bajo en relación con las de zonas tropicales. El análisis de anillos de crecimiento es la herramienta más poderosa para determinar con precisión las edades de los árboles, y puede ser aplicada a gran escala. Sin embargo, sólo puede ser utilizada en especies que forman anillos anuales (Brienen, 2005).

DATACIÓN CON RADIOCARBONO ^{14}C

La datación a partir de radiocarbono ^{14}C se inició en 1950, cuando Libby desarrolló la idea de medir la radiactividad del ^{14}C en cualquier resto biológico como medio de estimar el tiempo transcurrido desde que cesó su actividad vital (Rodríguez, 1997).

En esencia, el método parte de que las pruebas nucleares de superficie efectuadas durante la década de los cincuenta y principios de los sesenta, al producir efectos similares a los rayos cósmicos, transformaron cantidades adicionales de ^{14}N en ^{14}C . Por esta razón la concentración de ^{14}C aumentó en el CO_2 de la atmósfera hasta casi duplicarse en el hemisferio norte. Como en 1963 entró en vigor el tratado de prohibición de explosión de armas nucleares en la superficie, a partir de este año alcanzó el valor máximo para luego reducir gradualmente su concentración. En el trópico la concentración máxima se alcanzó en 1964. La elevada concentración de ^{14}C actúa como un marcador isotópico, pues en cada anillo existe igual concentración de radiocarbono que la existente en la atmósfera durante el año de su formación. Esta propiedad se emplea para confrontar la fecha de formación de un anillo y, en consecuencia, su periodicidad anual (Giraldo y Del Valle, 2012).

Existen dos métodos para medir la concentración de ^{14}C en una muestra: el acelerador de espectrometría de masas (AMS) o el conteo radiométrico, el primero es el más utilizado (Hua, 2009). Al obtener los resultados se miden en una curva de calibración empleando el programa de calibración de muestras de ^{14}C posteriores al lanzamiento de bombas nucleares CALI-BOMB (Reimer *et al.*, 2004).

Este método ha sido utilizado para validar el carácter anual de anillos de crecimiento de distintas especies de árboles de zonas templadas, tropicales y manglares (Worbes y Junk, 1989; Menezes, Berger y Worbes, 2003; Hart, 2010). Esta técnica se complementa con las dendrocronológicas estándar (Hua, 2009). A conti-

nuación se mencionan algunos estudios basados en esta metodología.

Biondi desarrolló un estudio para determinar si los anillos de crecimiento de la especie *Pinus lagunae* en Baja California Sur (México) era anuales, a través del análisis de radiocarbono ^{14}C (Biondi y Fessenden, 1999). Dicho estudio no pudo establecer un patrón de crecimiento entre las muestras analizadas, lo cual fue atribuido al régimen climático de la zona en conjunto con las características del micrositio.

Del Valle *et al.*, pudieron determinar a través de su estudio la edad para árboles del bosque tropical secundario en la Cordillera Central de los Andes, Colombia, los cuales dataron menos de 40 años (Del Valle, Restrepo y Londoño, 2011).

Groenendijk *et al.* emplearon la metodología de ^{14}C para determinar el carácter anual de la formación de anillos de crecimiento en especies maderables de importancia comercial en una región húmeda tropical de África Central (Groenendijk *et al.*, 2014); de la misma manera Beramendi *et al.* determinaron el carácter anual de *Fraxinus uhdei* en San Luis Potosí, México (Beramendi *et al.*, 2013).

En la actualidad, es el método más empleado para verificar la anualidad de los anillos de crecimiento de árboles tropicales, ya que el contenido de ^{14}C de la madera es un marcador isotópico muy importante para datar la fecha de formación de productos orgánicos. No obstante, es muy costoso y por lo tanto no puede ser empleado a gran escala. Otra desventaja es que para árboles jóvenes el método es demasiado impreciso y puede dar errores de más de 100 años (Brienen, 2005).

DENSITOMETRÍA DE RAYOS X

La densitometría de rayos X fue desarrollada por Polge en 1963 y consiste en la toma de una radiografía a la lámina de madera y luego un densitógrafo transforma las tonalidades blancas, negras y grises de la placa radiográfica en densidad produciendo un gráfico de las variaciones de la densidad (Campos *et al.*, 1997).

Vetter y Botosso determinaron una correlación positiva entre la variación de la densidad de los anillos de crecimiento en el leño de los árboles de *Cedrelinga cateniformis* y la precipitación en la Amazonia brasileña por densitometría de rayos X (Vetter y Botosso, 1989). Tomazello *et al.* (2008) demostraron que los anillos de

crecimiento en árboles de *Cedrela odorata* y *Toona ciliata* fueron formados anualmente, siendo verificados por la aplicación de rayos X.

De la misma manera, Akachuku utilizó el perfil de la densidad de la madera por densitometría de rayos X para determinar el ancho en los anillos de crecimiento en *Gmelina arborea* en Nigeria (Moya y Tomazello, 2009). *G. arborea*, en Costa Rica, también fue analizada para determinar la delimitación de los anillos de crecimiento y establecer la influencia de las condiciones de crecimiento en la variación de la densidad de la madera (Moya y Tomazello, 2009).

Es una de las técnicas más avanzadas para medir las variaciones de densidad, confiriendo alta precisión en los resultados (Moya y Tomazello, 2009). La aplicación de esta técnica muestra potencial como herramienta para analizar la calidad en la madera, así como para demarcar el límite de los anillos de crecimiento en los árboles tropicales, para estudios de dendrocronología (Campos *et al.*, 1997). Aunque ha demostrado ser un método costoso y demanda mucho tiempo el análisis de las muestras.

ISÓTOPOS ESTABLES

Pequeños cambios en la composición química del aire y del agua son captados por las plantas como la proporción de isótopos estables ($\delta^{14}\text{C}$, $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^2\text{H}$, $\delta^{18}\text{O}$, δD) almacenados en su tejido orgánico, de manera que son archivos de las condiciones ambientales pasadas, como temperatura y precipitación, entre otras. La proporción de isótopos estables de una muestra orgánica se mide en un espectrofotómetro de masas y se compara con una referencia estándar (Giraldo, 2011).

Los isótopos estables de carbono son un excelente proxy del CO_2 atmosférico, ya que el aumento de éste ha ocasionado una reducción del $\delta^{13}\text{C}$ atmosférico, fenómeno que ha sido captado en la madera de las plantas. De la misma manera los isótopos de $\delta^{13}\text{C}$ son un excelente proxy de la precipitación en regiones áridas y semiáridas tropicales, por ejemplo: en México, Brienen *et al.* emplearon el contenido de isótopos de $\delta^{13}\text{C}$ en anillos de crecimiento de *Mimosa acanthaloba*, para estudiar el CO_2 atmosférico y la eficiencia de toma de agua en esa especie (Moya y Tomazello, 2009).

En África tropical, Gebrekirstos *et al.* estudiaron, en diferentes especies de *Acacia*, la relación entre el contenido de $\delta^{13}\text{C}$ de los anillos, el espesor de éstos y la precipitación. Encontraron correlaciones inversas, pero

significativas entre las cronologías de $\delta^{13}\text{C}$, el ancho de los anillos, así como el periodo lluvioso (Brienen, Wanek y Hietz, 2010). Fichtler y Worbes (2007) y Fichtler *et al.* (2010) en sus estudios de diversas especies tropicales y subtropicales en África encontraron el potencial de las mediciones isotópicas para el análisis de anillos de crecimiento.

Por otra parte, los isótopos estables de hidrógeno y oxígeno proveen una señal mixta. Un simple análisis de la proporción de isótopos de $\delta^{18}\text{O}$ o δD en finas porciones de madera, desde el centro del árbol hasta su corteza, permite reconstruir la marcha anual de la precipitación año tras año. Además, el análisis puede ser empleado con árboles que no poseen anillos de crecimiento (Evans y Schrag, 2004). En resumen, los isótopos estables permiten responder preguntas en biología tropical que antes no era posible hacer debido a la carencia de métodos apropiados.

La tabla I muestra de manera resumida puntos importantes a considerar en cada una de los métodos mencionados anteriormente.

Tabla I. Ventajas y desventajas de los métodos para determinar la edad en árboles del trópico y subtropical.

Método	Tipo	Ventaja/Desventaja
Cálculo tiempo de paso	Indirecto	Estima la edad a través de las clases diamétricas/No se puede calcular la edad exacta.
Funciones matemáticas	Indirecto	Existen diferentes modelos para estimar la edad de los árboles/Método no muy moderno, se requiere hacer medidas anuales consecutivas.
Anatomía de la madera	Directo	Método exacto y confiable que permite determinar la anualidad de los anillos de crecimiento/Se requiere tratamiento de las muestras y conocimiento previo de las características anatómicas de las especies.
Densitometría de rayos X	Directo	Determina de manera precisa calidad de madera y delimitación de anillos de crecimiento/Demanda mucho tiempo el análisis de las muestras y es costoso.
Conteo de anillos de crecimiento	Directo	Altamente preciso en la resolución anual de los anillos de crecimiento, puede ser empleado a gran escala/En especies tropicales y subtropicales hay poca definición de anillos de crecimiento.
Isótopos estables	Indirecto	Además de aportar información de la edad, permite responder preguntas de la biología de los árboles/Se requiere un espectrofotómetro de masas.
Datación radiocarbono 14	Directo	Método moderno y preciso, actualmente es el más empleado para especies tropicales y subtropicales/ Requiere equipo costoso, es impreciso para determinar edad en árboles jóvenes.

CONCLUSIONES

Los métodos para determinar la edad de especies tropicales y subtropicales han evolucionado a lo largo del tiempo. El análisis de anillos de crecimiento ha resultado ser la metodología más poderosa para determinar con precisión las edades de los árboles y la más utilizada en diferentes países; además, en combinación con otras metodologías, como el análisis de la anatomía de la madera, ha resultado satisfactoria para la obtención de resultados confiables, ya que ha sido posible la identificación de los anillos de crecimiento y, por lo tanto, ha permitido determinar su edad en muchos de los casos. Las metodologías más actuales, como la datación por radiocarbono 14, isótopos estables y densitometría de rayos X, han resultado ser muy efectivas para datar árboles tropicales y subtropicales, aunque su aplicación no es tan amplia.

Las investigaciones han sido llevadas a cabo en su mayoría en países de América del Sur, demostrando grandes avances en el estudio de la edad de especies subtropicales y tropicales. Queda de manifiesto la poca investigación desarrollada en África y México. Es importante mencionar el alto potencial de nuestro país para el desarrollo de nuevas cronologías explorando nuevos géneros y especies, que ya han sido investigados con éxito en otros países. Es evidente que, por la amplitud y significado de los ecosistemas tropicales y subtropicales, las investigaciones dendrocronológicas pueden ser consideradas incipientes en relación a los demás ecosistemas, por lo que el desarrollo de cronologías en las zonas subtropicales y tropicales continúa siendo un reto importante a nivel mundial.

REFERENCIAS

Akachuku, A.E. (1985). Intra-annual variation in wood density in *Gmelina arborea* from x-ray densitometry and its relations with rainfall. *Tree Ring Bulletin*. 45: 43-55.

Alvim, P.T., y Alvim, R. (1978). Relation of climate to growth periodicity in tropical trees. In: Tomlinson, P.B., M.H. Zimmermann (eds.) *Tropical trees as living systems*. Cambridge University Press, London, pp. 445-464.

Argollo, J., Soliz, C. y Villalba, R. (2004). Potencialidad dendrocronológica de *Polylepis tarapacana* en los Andes Centrales de Bolivia. *Ecología en Bolivia*. 39(1): 5-24.

Beltrán, L.A., y Valencia, G.M. (2013). Anatomía de anillos de crecimiento de 80 especies arbóreas potenciales para estudios dendrocronológicos en la Selva Central, Perú. *Rev. Biol. Trop.* 61(3): 1025-1037.

Beramendi, L.E., Hernández-Morales, S., González-Hernández, G., et al. (2013). Dendrochronological potential of *Fraxinus uhdei* and its use as bioindicator of fossil CO₂ emissions deduced from radiocarbon concentrations in tree rings. *Radiocarbon*. 55: 833-840.

Berlage, H.P. (1931). Over het verband tusschen de dikte der jaarringen van djatiboomen (*Tectona grandis* L.F.) en den regenval op Java. *Tectona*. 24: 939-953.

Biondi, F., y Fessenden, J.E. (1999). Radiocarbon analysis of *Pinus lagunae* tree rings: implications for tropical dendrochronology. *Radiocarbon*. 41(3): 241-249.

Borchert, R., y Rivera, G. (2001). Photoperiodic control of seasonal development and dormancy in tropical stem succulent trees. *Tree Physiology*. 21: 201-212.

Boninsegna, J.A., Argollo, J., Aravena, J.C., et al. (2009). Dendroclimatological reconstructions in South America: A review. *Palaeoecography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 281: 210-228.

Bräuning, A., Burchardt, I. (2006). Detection of growth dynamics in tree species of a tropical mountain rain forest in southern Ecuador. *TRACE-Tree rings in archaeology, climatology and ecology*. 4: 127-131.

Brienen, J.W. (2005). *Tree in the tropics: a study on growth and ages of Bolivian rain forest trees*. PRO-MAB. Enschede, Urecht. 143 p.

Brienen, R., Wanek, W.W., y Hietz, P. (2010). Stable carbon isotopes in tree rings indicate improved water use efficiency and drought responses of a tropical dry forest tree species. *Trees*. 25: 103-113.

Callado, C.H., Roig, F.A., Tomazello, M., et al. (2013). Cambial growth periodicity studies of south american Woody species- a review. *IAWA Journal*. 34(3): 213-230.

Campos, L.E., Tomazello, M., Cassia, L., et al. (1997). Uso de la densitometría de rayos X y de la espectroscopia en el infrarrojo cercano para predecir las propiedades tecnológicas de la madera en especies forestales. *Revista Xilema*. 6321-6496.

Carlquist, S. (1988). Comparative wood anatomy, systematic, ecological and evolutionary aspects of dicotyledonous wood. Springer-Verlag, Berlín, Alemania. En: Beltrán, L.A. y G.M. Valencia. 2013. Anatomía de anillos de crecimiento de 80 especies arbóreas potenciales

- para estudios dendrocronológicos en la Selva Central, Perú. *Rev. Biol. Trop.* 61(3): 1025-1037.
- Creber, G.T. (1977). Tree rings: A natural data storage system. *Biol. Rev.* 52(3): 349-381
- Cusatis, A.C., Trazzi, P.A., Dobner, M., *et al.* (2013). Dendroecología de *Cedrela fissilis* na floresta ombrófila mista. *Brazilian Journal of Forestry Research.* 33(75): 287-297.
- David, E.T., Chhin, S., y Skole, D. (2014). Dendrochronological potential and productivity of tropical tree species in western Kenya. *Tree-ring research* 70(2): 119-135.
- Del Valle, J.I. (1979). Curva preliminar de crecimiento del cativo (*Prioria copaifera*) en bosque virgen empleando el método de los tiempos de paso. *Revista Facultad Nacional de Agronomía.* 32(2): 19-26.
- Del Valle, J.I. (1997). Crecimiento de cuatro especies de los humedales forestales del litoral pacífico colombiano. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 21(81): 445-466
- Del Valle, J.I., Restrepo, H.I., Londoño, M.M. (2011). Recuperación de la biomasa mediante la sucesión secundaria, Cordillera Central de los Andes, Colombia. *Rev. Biol. Trop.* 59(3): 1337-1358.
- Dezseo, N., Worbes, M., Ishii, I., *et al.* (2003). Annual tree rings revealed by radiocarbon dating in seasonally flooded forest of the Mapiro River, a tributary of the lower Orinoco River, Venezuela. *Plant Ecology.* 168: 165-176.
- Durán, O., Quintanar, A., Villanueva, J., *et al.* (2014). Características anatómicas de la madera de *Bursera lanifolia* (Schltdl.) Engl. con potencial dendrocronológico. *Rev. Mex. Cienc. For.* 5(26): 77-89.
- Evans, M.N., y Schrag, D.P. (2004). A stable isotope based approach to tropical dendroclimatology. *Geochimica et Cosmochimica Acta.* 68: 3295- 3305.
- Fichtler, E., y Worbes, M. (2007). *Climatic signals in $\delta^{13}C$ time series from tropical tree rings.* Tropentag, Witzhausen, Germany.
- Fichtler, E., Helle, G., y Worbes, M. (2010). Stable-carbon isotope time series from tropical tree rings indicate a precipitation signal. *Tree-ring research* 66(1): 35-49.
- Fritts, H. (1976). *Tree rings and climate.* Academic Press. Inc. London. LTD. Gran Bretaña. 567 p.
- Gebrekirstos, A., Worbes, M., Taketay, D., *et al.* (2009). Stable carbon isotope ratios in tree rings of co-occurring species from semi-arid tropics in Africa: Patterns and climatic signals. *Global and Planetary Change.* 66: 253-260.
- Giraldo, J.A. (2011). Dendrocronología en el trópico: aplicaciones actuales y potenciales. *Colombia Forestal.* 14(1): 97-111.
- Giraldo, V.D., y Del Valle, J.I. (2012). Modelación del crecimiento de *Albizia niopoides* (Mimosaceae) por métodos dendrocronológicos. *Rev. Biol. Trop.* 60(3): 1117-1136.
- Gonzaga, L. (1977). *Algunos métodos para calcular la edad de las especies forestales tropicales.* UNAL-Medellín. 73 p.
- Grau, H.R., Easdale, T.A., Paolini, L. (2003). Subtropical dendroecology-dating disturbances and forest dynamics in northwestern Argentina montane ecosystems. *Forest Ecology and Management.* 177: 131-143.
- Groenendijk, P., Klaassen, U.S., Bongers, F., *et al.* (2014). Potential of tree-ring analysis in a wet tropical forest: A case study on 22 commercial tree species in Central Africa. *Forest Ecology and Management.* 323: 65-78.
- Harley, G.L., Grissino-Mayer, H.D., y Horn, S.P. (2011). The dendrochronology of *Pinus elliottii* the lower Florida keys: chronology development and climate response. *Tree-ring research.* 67(1): 39-50.
- Hart, P. (2010). Tree growth and age in an ancient Hawaiian wet forest: vegetation dynamics at two spatial scales. *Journal of Tropical Ecology.* 26: 1-11.
- Hua, Q. (2009). Radiocarbon: a chronological tool for the recent past. *Quat. Geochronol.* 4(5): 378-390.
- IAWA, (1989). List of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Bulletin.* 10: 234-332.
- Ito, T., y Osumi, S. (1984). An analysis of the basal area growth in evenaged pure stands based on the Richards growth functions. *Journal of the Japanese Forestry Society.* 66: 99-108.
- Kaennel, M., y Schweingruber, F.H. (1995). *Multilingual glossary of dendrochronology.* Paul Haupt AG Bern.
- Lisi, C., Tomazello, M., Botosso, P., *et al.* (2008). Tree-ring formation, radial increment periodicity, and phenology of tree species from a seasonal semi-deciduous forest in southeast Brazil. *IAWA Journal.* 29(2): 189-207.
- Lojan, L. (1967). Cálculo de la edad en árboles sin anillos anuales. *Turrialba.* 17: 419-429.

- López, J., Valdez, J.I., Terrazas, T., *et al.* (2006). Anillos de crecimiento y su periodicidad en tres especies tropicales del estado de Colima, México. *Agrociencia*. 40(4): 533-544.
- Mainigi, J.K. (2006). Growth rings in tree species from the Tana river floodplain, Kenya. *Journal of East African Natural History*. 95(2): 181-211.
- Mariaux, A. (1967). Les cernes dans les bois tropicaux africains, nature et périodicité. *Bois For Trop*. 114: 23-37.
- Martínez, M., y Álvarez, E.R. (1998). How old are tropical rain forest trees? *Trends in Plant Science*. 3: 400-405.
- Melandri, J.L., Dezzeo, N., y Espinoza, N. (2007). Growth ring periodicity in *Pinus caribaea* var. *hondurensis* from a Mérida State plantation, Venezuela. *Revista Forestal Venezolana*. 51(1): 57-66.
- Menezes, M., Berger, U., y Worbes, M. (2003). Annual growth rings and long-term growth patterns of mangrove trees from the Braganca peninsula, north Brazil. *Wetlands Ecology and Management*. 11: 233-242.
- Moya, R. y Tomazello, M. (2009). Wood density variation and tree demarcation in *Gmelia arborea* trees using X-Ray densitometry. *Cerne, Lavras*. 15(1): 92-100.
- Pande, D.C. (1960). On method for determining age of trees without annual rings. *Indian Forester*. 86(3): 117-131.
- Pereyra, M.J., Inga, G.J., Santos, M., *et al.* (2014). Potencialidad de *Cedrela odorata* (Meliaceae) para estudios dendrocronológicos en la selva central del Perú. *Rev. Biol. Trop*. 62(2): 783-793.
- Pienaar, L., y Turnbull, K.J. (1973). The Chapman-Richards generalization of von Bertalanffy's model for basal area growth and yield in even-aged stands. *Forest Science*. 19: 2-22.
- Reimer, P.J., Baillie, M.G.L., Bard, E., *et al.* (2004). IntCal04 terrestrial radiocarbon age calibration, 0-26 cal kyr BP. *Radiocarbon*. 46: 1029-1058.
- Rodríguez, E. (1997). La dendrocronología y el carbono 14 en la datación de bienes culturales. *Boletín de información técnica 188*. Laboratorio de dendrodatación. Centro de Investigación Forestal, INIA. AITIM, pp. 52-57.
- Roig, F., Fernández, M., Gareca, E., *et al.* (2001). Estudios dendrocronológicos en los ambientes húmedos de la puna boliviana. *Rev. Bol. Ecol*. 9: 3-13.
- Roig, F.A., Jiménez, J.J., Villanueva, J., *et al.* (2005). Anatomy of growth rings at the Yucatan Peninsula. *Dendrocronología*. 22(3): 187-193.
- Stokes, M.A., y Smiley, T.L. (1968). *An introduction to tree ring dating*. University of Arizona Press. Tucson, Arizona. 73 p.
- Tomazello, M., Brazolin, S., Chagas, M., *et al.* (2008). Application of X-Ray technique in nondestructive evaluation of eucalypt. *Wood. Maderas Ciencia y Tecnología*. 10(2): 139-150.
- Vázquez, J., Tapias, R., y González, A. (2009). *Desarrollo, características y aplicaciones de un dendrómetro potenciométrico para la medición continua del crecimiento diametral de especies arbóreas*. 5° Congreso Forestal Español. S.E.C.F. Junta de Castilla y León (Eds.). Ávila, España, pp. 2-11.
- Vetter, R., Botosso, P. (1989). Remarks on age and growth rate periodicity of Amazonian trees. *IAWA Journal*. 10(2): 133-145.
- Villalba, R., Boninsegna, J., y Cobos, R. (1989). *A tree ring reconstruction of summer temperature between AD 1500 and 1974 in Western Argentina*. Third International Conference on Southern Hemisphere Meteorology and Oceanography, Buenos Aires, Argentina, pp. 196-197.
- Worbes, M., y Junk, W.J. (1989). Dating tropical trees by means of 14C from bomb tests. *Ecology*. 70: 503-507.
- Worbes, M. (1995). How to measure growth dynamics in tropical trees: A review. *IAWA Journal*. 16: 337-351.
- Worbes, M. (1999). Annual growth rings, rainfall-dependent growth and long-term growth patterns of tropical trees from the Caparo Forest Reserve in Venezuela. *Journal of Ecology*. 87:391-403.
- Worbes, M. (2002). One hundred years of tree-ring research in the tropics-a brief history and an Outlook to future challenges. *Dendrochronologia*. 20: 217-231.
- Worbes, M., Staschel, R., Roloff, A., *et al.* (2003). Tree ring analysis reveals age structure, dynamics and Wood production of a natural forest stand in Cameroon. *Forest Ecology and Management*. 173: 105-123

RECIBIDO: 12/01/2015

ACEPTADO: 30/08/2017



La Sierra Madre Oriental como reservorio de diversidad vegetal

María Magdalena Salinas Rodríguez*

RESUMEN

Las montañas son atributos relevantes del paisaje que a diferencia de las áreas planas, poseen factores que propician la alta diversidad de plantas. Las montañas de México han sido clasificadas en provincias fisiográficas, una de ellas es la Sierra Madre Oriental ubicada en el noreste de México, su variado relieve y su ubicación le confieren variabilidad climática y edafológica que ha generado variados ecosistemas que albergan más de 10% de las plantas nativas y alrededor de 7% de las plantas endémicas de México, lo que la vuelve un punto clave para la conservación de la biodiversidad.

Palabras clave: *montañas, Sierra Madre Oriental, plantas nativas, plantas endémicas, conservación.*

ABSTRACT

Mountains are important attributes of the landscape that unlike the flat areas, have factors leading to high diversity of plants. The mountains of Mexico have been classified into physiographic provinces, one of which is the Sierra Madre Oriental located in northeastern Mexico, its varied topography, climate, location and soil types give it variability that has generated diverse ecosystems that allow more 10% of native plants and about 7% of the endemic plants of Mexico which makes it a key point for biodiversity conservation.

Keywords: *Mountains, Sierra Madre Oriental, Native Plants, Endemic Plants, Conservation.*

¿QUÉ ES UNA MONTAÑA?

A diferencia de otros elementos del paisaje, las montañas por sí mismas son puntos de atracción que han despertado un sentido hacia lo sagrado en el ser humano (Bernbaum, 2006). Aproximadamente 22% de la población mundial habita dentro de ecosistemas de montaña (Kapos *et al.*, 2000), éstas han sido llamadas “torres de agua” debido a su capacidad para captar las precipitaciones en las partes altas de las cuencas y devolverla en forma de manantiales y arroyos en la parte baja (Viviroli, Weingartner, y Messerli, 2003; Körner *et al.*, 2005).

En general, una montaña puede concebirse como una inclinación de la corteza terrestre (Peattie, 1936; Gerrard, 1990) en primera instancia, producto de procesos endógenos, como la orogénesis y el vulcanismo, que provocan que sus flancos se alcen sobre el terreno y, posteriormente, producto de procesos exógenos, como la acción del clima, los ríos y los glaciares, se esculpe y va tomando forma. La única característica que

comparte aquel terreno considerado como una montaña es su ángulo de inclinación respecto a la horizontal (Körner y Spehn, 2011; Körner, 2004) y con base en ello se definieron los límites de las montañas a partir de la combinación de la altitud y la pendiente.

Estas zonas de orografía accidentada abarcan alrededor de 40 millones de kilómetros cuadrados de la superficie continental planetaria, es decir, 27% (Kapos *et al.*, 2000) y aunque las estimaciones exactas sobre la riqueza de la flora vascular mundial aún están muy lejos de concretarse (Crane, 2004), se han hecho estimaciones conservadoras acerca de la riqueza florística vascular que se distribuye en las montañas, alrededor de 19% (50,000 especies de un total de 260,000) (Spehn *et al.*, 2010), en resumen, una quinta parte de la flora planetaria se distribuye en las montañas.

La heterogeneidad en el relieve han propiciado que las montañas sean zonas de alta diversidad de plantas,

*Universidad Autónoma de Nuevo León.
Contacto: manesalinas@outlook.com

esto crea microclimas, combinaciones de sustratos, dinamismo en la escorrentía del agua, cambios en el régimen de los nutrientes, zonas de aislamiento, corredores migratorios, entre otros, principalmente, las montañas funcionan como refugios verticales que diversifican los

gradientes de altura y propician una compresión de climas y tipos de suelo en pequeñas distancias (Körner y Spehn, 2002), generando hábitats complejos y diversificando las formas de vida, en comparación con las áreas de relieve homogéneo.

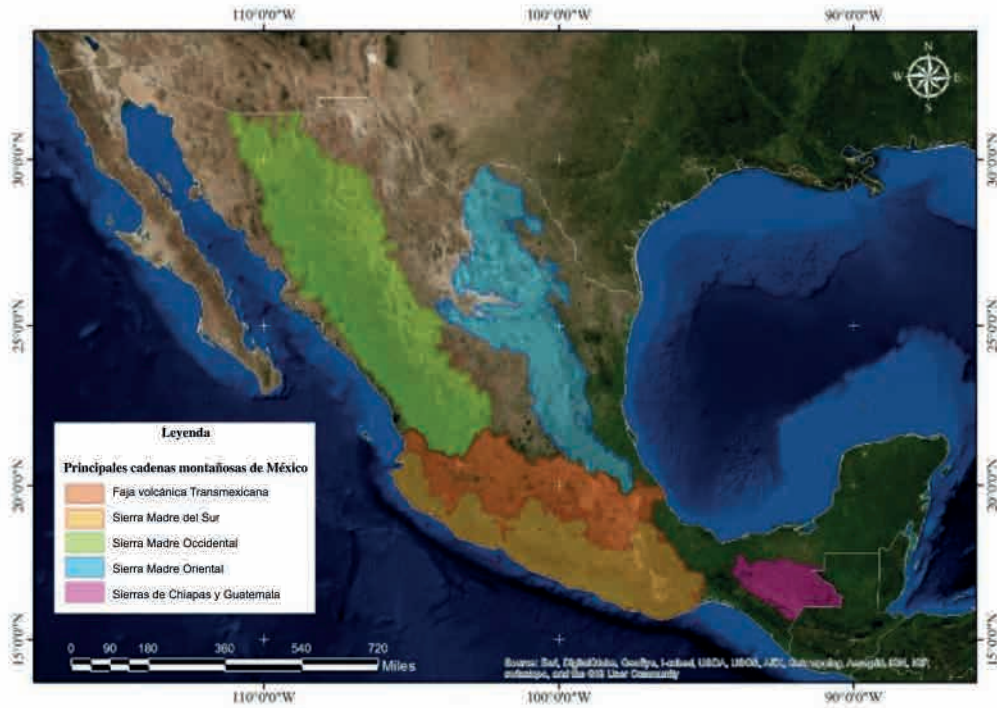


Figura 1. Provincias fisiográficas montañosas de México.

EL CASO DE LA DIVERSIDAD VEGETAL DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL

Partiendo de su relieve, Cervantes-Zamora *et al.*, (1990) dividieron a México en 15 provincias fisiográficas, de las cuales cinco corresponden a las principales cadenas montañosas del país, localmente llamadas sierras o cerros, las cuales abarcan 52% del territorio nacional (o 102,913,774 de hectáreas: Sierra Madre Occidental, Sierra Madre Oriental, Sierra Madre del Sur, Sierra Madre de Chiapas y Faja Volcánica Transmexicana; figura 1).

La Sierra Madre Oriental, ubicada al noreste del país, es una de estas cadenas montañosas que mide aproximadamente 22,015,066 hectáreas, 11% de México continental; una de las regiones orográficas de tipo sedimentario marino más biodiversas del país (Luna, Morrone y Espinosa, 2004).

Su estructura en la corteza terrestre ha permitido compactar zonas climáticas en pequeñas distancias debido a la elevación que va de los 50 a los 3,720 msnm

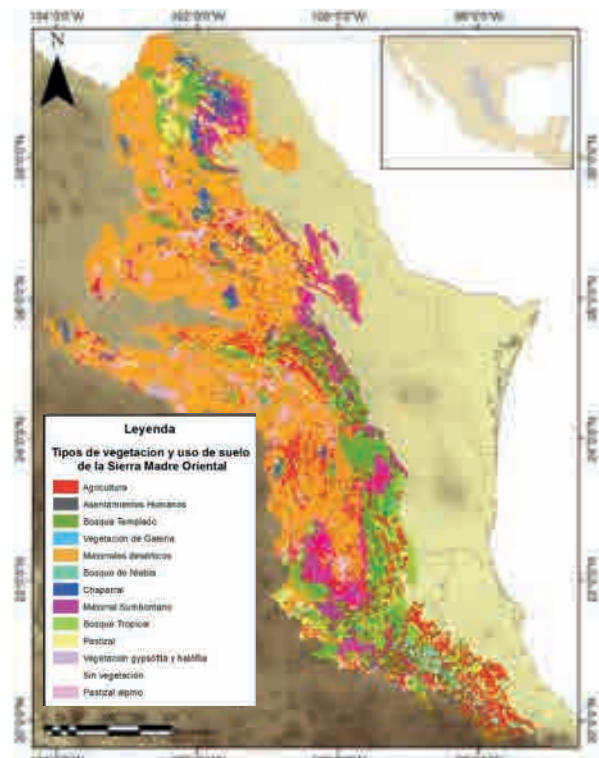


Figura 2. Tipos de vegetación y uso de suelo resumidos de la Sierra Madre Oriental.

(Inegi, 1998); el cerro del Potosí, en Nuevo León, es su punto más alto. Se pueden encontrar climas cálidos con ecosistemas tropicales en la base y climas muy fríos con ecosistemas alpinos en la cima de sus cerros, todo ello en poca distancia, esto da como resultado un espacio con biotas mixtas: las cimas frías de afinidades neárticas, las bajas de afinidades neotropicales y las intermedias una rica mezcla de ambas (Spehn *et al.*, 2010).

Condiciones climáticas tan dispares en áreas tan pequeñas generaron subdivisiones o cinturones altitudinales que han hecho que convivan estrechamente varios ecosistemas, lo cual propicia zonas de transición en donde hay un flujo más intenso de especies y energía que en vastas zonas planas donde predomina un solo ecosistema (Estrada *et al.*, 2015).

La Sierra Madre Oriental funge como barrera que atrapa la humedad proveniente del Golfo de México y restringe su paso al otro lado, fomentando, a través del efecto llamado “sombra orográfica”, que sobre el lado lluvioso se desarrollen ecosistemas tropicales y templados adaptados a condiciones de humedad, mientras que del otro lado haya ecosistemas áridos adaptados a prolongados periodos sin lluvia (Rzedowski, 1978).

Es un área de geología compleja, cuya roca madre ha estado proclive a condiciones de intemperie, creando una variada edafología, un intrincado relieve y una amplia variedad de geformas (Padilla y Sánchez, 1986) como cañones, laderas, cimas, mesetas, cañadas, sótanos y cavernas que a su vez se traducen en múltiples condiciones de insolación, humedad, umbría y escurrimientos, los cuales sirven de refugio para la biota.

Cada sierra que conforma el macizo montañoso podría servir de isla con condiciones climáticas estables, cinturones altitudinales y biomas específicos formando corredores a manera de archipiélagos en un “mar” de tierras bajas como sucede con las llamadas “sky islands” (McCormack, Huang y Knowles, 2009) en Coahuila, Durango, Zacatecas y Nuevo León.

Aunque no es una cualidad inherente a la sierra, la colonización humana ha colaborado a disminuir o aumentar la biodiversidad. En algunos casos el terreno es tan accidentado que limita las actividades humanas, conservando así la biodiversidad, en algunos otros, las culturas humanas han bordado una estrecha relación con los ecosistemas y a través de la domesticación de plantas se ha generado una amplia agrobiodiversidad (Valle, Prieto y Urrilla, 2012).

La Sierra Madre Oriental también ha sido considerada como un refugio pleistocénico para las especies que migraron a zonas cálidas durante la era glacial, presentando ambientes frágiles ante el cambio climático (Nogués *et al.*, 2007) para especies adaptadas a climas templados.

DATOS FLORÍSTICOS RELEVANTES DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL

Tipos de vegetación

El Inegi en su carta de uso de suelo y vegetación (Inegi, 2011) distingue en México 69 tipos, de los cuales 14 son de origen antrópico y 55 de tipo natural, ya sea primaria o secundaria, en las provincias fisiográficas se distribuyen 67 tipos de los cuales 13 son de origen antrópico (excepto los bosques cultivados) y 55 de origen natural (excepto la vegetación de peten, que es propia de valles de alturas bajas). En la Sierra Madre Oriental hay 47 tipos de vegetación y uso de suelo (68% de todos los tipos de vegetación de México), de los cuales diez son de origen antrópico y 37 de origen natural, los cuales pueden aglomerarse como se muestra en la figura 2. Destaca en mayor proporción de superficie en hectáreas el matorral desértico, los bosques templados y la agricultura (figura 3).

Fitogeografía

Desde otra clasificación, la Sierra Madre Oriental es también una de las 17 provincias florísticas descritas por Rzedowski (Rzedowski, 1962), la cual destaca como un archipiélago de islas pertenecientes a la región florística mesoamericana de montaña que, desde su particular delimitación, no pertenece definitivamente al Reino Neártico ni al Reino Neotropical, sino a ambos, pues en ella se encuentran presentes elementos de las floras de ambas regiones en proporciones importantes (Estrada *et al.*, 2015), tanto que su delimitación resulta intrincada pues obedece a interesantes fenómenos fitogeográficos propios de las zonas montañosas que hasta la fecha resultan en múltiples cuestionamientos acerca del origen de sus plantas.

Halfitter (1978) la reconoció como una zona de transición mexicana, pues el establecimiento de ambientes templados y húmedos en su fachada oriental, en

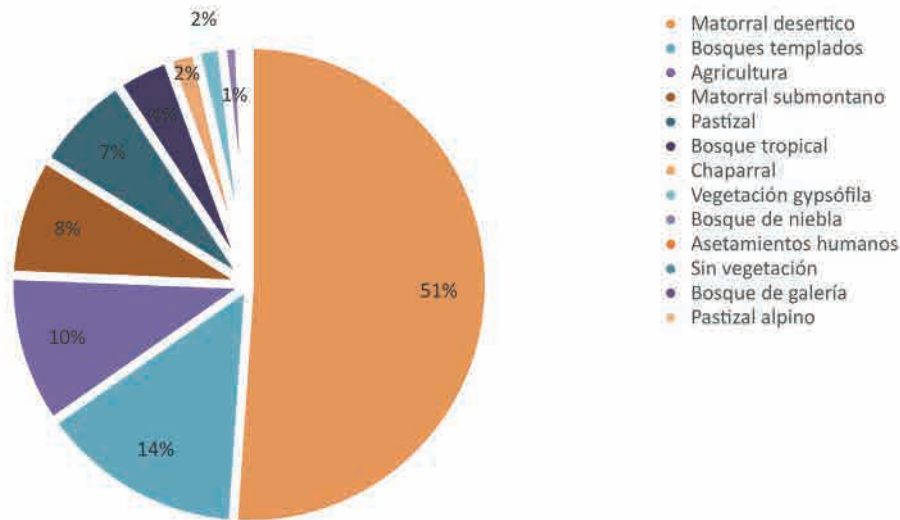


Figura 3. Extensión de tipos de vegetación y usos de suelo resumidos de la Sierra Madre Oriental.

contraste con los ambientes subhúmedos y secos de la fachada occidental, se traslapan en una misma unidad geomorfológica, dando origen a una variada diversidad biológica única en nuestro país. Fitogeográficamente se divide en dos zonas, una al norte del Trópico de Cáncer donde dominan especies de origen neártico y endémico de los desiertos mexicanos, y otra al sur donde dominan especies de origen neotropical (Escalante, 2009).

Riqueza de especies

Esta mezcla de tipos de vegetación entre dos reinos biogeográficos le han conferido la capacidad de albergar más de la cuarta parte de la flora mexicana nativa con aproximadamente más de 8000 especies de plantas vasculares (Villaseñor, 2016), destacando los girasoles (*Asteraceae*), leguminosas (*Fabaceae*), nogales (*Juglandaceae*), cactáceas (*Cactaceae*), pinguiculas (*Lentibulariaceae*), encinos (*Fagaceae*), pinos (*Pinaceae*), poleos (*Lamiaceae*), magueyes (*Agavaceae*), tejocotes (*Rosaceae*), orquídeas (*Orchidaceae*), crasas (*Crasulaceae*) y cycadas (*Zamiaceae*), entre muchas otras (figura 4; tabla I).

Tabla I. Familias más ricas en especies y géneros de la Sierra Madre Oriental, México.

Familia	Especies	Géneros
<i>Asteraceae</i>	1244	230
<i>Poaceae</i>	593	127
<i>Fabaceae</i>	556	31
<i>Cactaceae</i>	435	45
<i>Euphorbiaceae</i>	243	31
<i>Lamiaceae</i>	214	31
<i>Orchidaceae</i>	206	66

Endemismos

Además, posee gran cantidad de endemismos vegetales, al albergar poco más de 7% de las plantas endémicas mexicanas (Villaseñor, 2016), especialmente plantas herbáceas que se desarrollan en los ecosistemas de bosques templados de pinos y encinos, así como otras plantas asociadas a las praderas alpinas que coronan la cima de las montañas más altas donde cada año hay una época en la que permanecen bajo la nieve. Algunas otras de estas especies endémicas son sumamente raras, como las cactáceas del género *Aztekium* que sólo habitan algunas paredes yesosas en los cañones de la Sierra Madre Oriental de Nuevo León y en ninguna otra parte del planeta.

Especies en alguna categoría de riesgo

Las familias con más especies en alguna categoría de riesgo fueron las cactáceas, las cycadas y los encinos, con alrededor de 158 especies listadas en la UICN y 103 en la NOM 059 Semarnat 2010.

Agrodiversidad

Además de la gran diversidad de flora nativa, hay también gran agrodiversidad, es decir, especies que han sido domesticadas por las comunidades humanas para su uso. En la Sierra Madre Oriental habitan nahuas, teenek, otomíes, pames xi'oi, chichimecas, jonaces, totonacos, entre otros grupos que hacen uso extensivo de las plantas que hay; en la Sierra Madre Oriental po-



Figura 4. Principales familias de plantas que forman parte de la riqueza de la Sierra Madre Oriental.

demos hallar gran variedad de razas de maíces, frijoles, chiles, calabazas y árboles frutales cuyos usos aún son visibles entre las etnias antes mencionadas (Valle, Prieto y Urrilla, 2012).

CONCLUSIONES

La Sierra Madre Oriental es un importante reservorio de diversidad vegetal con más de la cuarta parte de la flora de México, incluyendo ecosistemas, algunos de ellos únicos debido a su capacidad de conjuntar una amplia gama de condiciones altitudinales, climáticas, geológicas, edafológicas y culturales en un pequeño espacio, por lo que debemos considerarla un área clave en la conservación de la biodiversidad mexicana ante los efectos del cambio climático y las actividades antropogénicas.

REFERENCIAS

Bernbaum, E. (2006). Sacred mountains: Themes and teachings. *Mountain research and development*. 26: 304-309.

Cervantes-Zamora Y., Cornejo, S.L., Lucero, R., et al. (1990). Clasificación de Regiones Naturales de México, IV. 10. 2. *Atlas Nacional de México*. Vol. II. Escala 1: 4' 000, 000.

Crane, P.R. (2004). Documenting plant diversity: unfinished business. *Phil. Trans. R. Soc. Lond.* 359: 735-737.

Escalante, T. (2009). Un ensayo sobre regionalización biogeográfica. *Revista mexicana de biodiversidad*, 80(2): 551-560.

Estrada, A.E., Arévalo, J.R., Villarreal, J.A., et al. (2015). Classification and ordination of main plant communities along an altitudinal gradient in the arid and temperate climates of northeastern Mexico. *The Science of Nature*. 102: 59.

Gerrard, A.J. (1990). *Mountain environments: An examination of the physical geography of mountains*. Belhaven Press, London, 1990. 317 pp.

Halffter, G. (1978). Un nuevo patrón de dispersión en la zona de transición mexicana: el Mesoamericano de montaña [insectos]. *Folia Entomológica Mexicana*.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (1998). *Modelo digital de elevación de alta resolución LIDAR, tipo terreno, escala 1: 250,000*. Inegi. Aguascalientes, Ags. México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2011). *Conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación, escala 1:250000, serie V (continuo nacional)*. Inegi. Aguascalientes, Ags. México.

- Kapos, V., Rhind, J., Edwards M., *et al.* (2000). Developing a map of the world's mountain forests. In: Price, M.F., N. Butt (eds.). *Forests in Sustainable Mountain Development: A State-of-Knowledge Report for 2000*. CAB International. Wallingford, UK. Pp. 4-9.
- Körner C., y Spehn, P. (2011). A definition of mountains and their bioclimatic belts for global comparisons of biodiversity data. *Alpine Botany*, 121: 73-78.
- Körner, C., y Spehn, E. (2002). *Mountain biodiversity: a global assessment*. The Parthenon Publishing Group, London.
- Körner, C. (2004). Mountain biodiversity, its causes and function. *Ambio*, 7, *Sp. Rep.* 13, pp 11-17.
- Körner C., Ohsawa, M., Spehn, E., *et al.* (2005). Mountain Systems. In: Hassan R., Scholes R., Ash N. (Eds.). *Ecosystems and human well-being: Current state and trends, Volume 1*. Washington D.C.: Island Press: 681-716.
- Luna, I., Morrone, J., y Espinosa, D. (2004). *Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental*. UNAM, Facultad de Ciencias, México. 527 pp.
- McCormack, J.E., Huang, H., y Knowles, L.L. (2009). Sky islands. *Encyclopedia of Islands*. 4: 841-843.
- Nogués, D., Araujo, M., Errea, M., *et al.* (2007). Exposure of global mountain systems to climate warming during the 21st century. *Global Environment Change*, 17: 420-428.
- Padilla y Sánchez, R.J. (1986). Post-Paleozoic tectonics of northeast Mexico and its role in the evolution of the Gulf of Mexico. *Geofísica Internacional*, 25: 157-206.
- Peattie, R. (1936). *Mountain geography. A critique and field study*. London: Humphrey Milford. Harvard University Press. 230 pp.
- Rzedowski, J. (1962). Contribuciones a la fitogeografía florística e histórica de México I. Algunas consideraciones acerca del elemento endémico en la flora mexicana. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 27: 52-65.
- Rzedowski, J. (1978). *Vegetación de México*. Limusa, México D.F. 432 pp.
- Spehn E.M., Rudmann, K., Korner C., *et al.* (eds.). (2010). *Mountain Biodiversity and Global Change*. GMBD-Diversitas Basel.
- Valle, J., Prieto, D., y Urrilla, B. (2012). *Los pueblos indígenas de la Huasteca y el Semidesierto Queretano: Atlas Etnográfico*. Instituto de Antropología e Historia, Instituto Nacional de lenguas indígenas, Universidad Autónoma de Querétaro. 473 pp.
- Villaseñor, J.L. (2016). Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(3): 559-902.
- Viviroli D., Weingartner, R., y Messerli, B. (2003). Assessing the hydrological significance of the world's mountains. *Mountain Research and Development* 23(1): 32-40.

RECIBIDO: 28/05/2017

ACEPTADO: 17/07/2017

Tomate nativo mexicano, sabor y salud en busca de salir del olvido

Jesús Guillermo Hernández-Martínez*, Rafael Delgado-Martínez*,
Mario Rocandio-Rodríguez**, Alejandro Carreón-Pérez*,
Héctor Rodríguez-Moran*, Wilberth Alfredo Poot-Poot*



El tomate (*Solanum lycopersicum L.*) es una de las hortalizas de mayor demanda en el mundo, ya sea fresco o procesado. Perteneció a la familia de las Solanaceas que incluye más de 3,000 especies. En particular, el tomate cultivado, *Solanum lycopersicum*, es la única especie domesticada.

El consumo per cápita en México es de 15 kilogramos. El Servicio de Investigación Económica del USDA estima que 35% de los tomates crudos se procesan en salsas, 18% en pasta de tomate, 17% en tomates enlatados, 15% en jugos y 15% en salsa de tomate (Cane et al., 2005).

Es una fuente rica en compuestos bioactivos con efectos beneficiosos que incluyen vitaminas, minerales y antioxidantes. A México se le ha considerado como centro de domesticación y diversificación de esta planta (Jenkins, 1948; Rick y Fobes, 1975; Peralta y Spooner, 2007).

Las poblaciones nativas de tomate presentan una diversidad de cualidades respecto a calidad, mayor firmeza, diversidad de colores, variedad de sabores y un sinfín de aromas, así como una mayor resistencia a factores bióticos y abióticos (Estrada-Trejo et al., 2014; SanJuan-Lara et al., 2014).

POBLACIONES NATIVAS, SABOR ANCESTRAL QUE CAUTIVA

El deterioro de la calidad del sabor del tomate comercial moderno en relación con las variedades tradicionales es una de las principales causas de queja de los consumidores (Tieman et al., 2017). Principalmente porque el objetivo en un principio fue obtener mayores rendimientos dejando de lado el sabor del fruto.

En la actualidad, los tomates disponibles comercialmente son famosos por su solidez, pero quizá no por su sabor. Asimismo, el sabor de cualquier alimento es

la suma de las interacciones entre el gusto y el olfato. Para el tomate, los azúcares y los ácidos activan los receptores del gusto, mientras que un conjunto diverso de compuestos volátiles activan los receptores olfativos (Tieman et al., 2012).

En este sentido, las poblaciones nativas de tomate presentan mejor sabor que las variedades comerciales, principalmente por la cantidad de sólidos solubles totales (azúcares) que se acumulan en sus frutos, así como ácidos orgánicos (cítrico y málico) (Foolad, 2007) que le confieren una diversidad de aromas.



Figura 1. Diversidad de frutos en tamaño, forma y color de poblaciones nativas de tomate.

BENEFICIOS A LA SALUD EN CADA MORDIDA

Desde el punto de vista nutricional, el tomate es considerado como una fuente rica de minerales y diferentes moléculas antioxidantes como carotenoides, ácido ascórbico, flavonoides y vitamina E (Frusciante et al., 2007). Dentro de éstos, el de mayor abundancia es el licopeno, responsable del color y beneficios a la salud (Waliszewski y Blasco, 2010; Cruz et al., 2013). Por lo

que la ingesta regular de este fruto y sus derivados se ha asociado con un menor riesgo de padecer procesos inflamatorios, enfermedades neurodegenerativas, crónicas y cardiovasculares, hipertensión, diabetes, obesidad y diferentes tipos de cáncer (Canene *et al.*, 2005). Asimismo, reduce los niveles de colesterol y aumenta la resistencia a la oxidación (Silaste *et al.*, 2007).

A pesar de que se ha reportado que este compuesto también se encuentra en otros frutos (tabla I), el tomate tiene las mayores concentraciones, más de 80% de los carotenoides totales (Kong e Ismail, 2011).

Tabla I. Contenido de licopeno en diversos alimentos (orden descendente).

Fuente de licopeno	Contenido de licopeno (mg 100g ⁻¹ base húmeda)
Pasta de tomate	365
Salsa para pizza	12.71
Salsa cátsup	9.90- 13.44
Sopa de tomate	7.99
Salsa de tomate	6.20
Guayaba rosa	5.23-5.50
Jugo de tomate	5.00-11.60
Sandía	2.3-7.2
Tomate fresco	0.72-20
Zanahoria	0.65-0.78
Calabaza	0.38-0.46
Toronja	0.35-3.36
Papaya	0.11-5.3

Fuente: Waliszewski y Blasco, 2010.

Este conjunto de beneficios ubica al tomate en un estatus de “alimento funcional”, es decir, que demuestra beneficios a la salud de los seres humanos no sólo a nivel nutricional, sino en la disminución de riesgos de padecer enfermedades (Waliszewski y Blasco, 2010). En este sentido, el uso y conservación de material genético proveniente de poblaciones nativas representa una fuente importante de germoplasma.



Figura 2. Tomate ojo de venado, accesión proveniente de Zacualtípán, Hidalgo.

En la actualidad, el uso de poblaciones nativas o variedades autóctonas en México se realiza principalmente en estados como Nayarit, Jalisco, Michoacán, Guanajuato, Veracruz, Oaxaca, Guerrero, Puebla e Hidalgo entre otros (Méndez *et al.*, 2011), principalmente para autoconsumo y en traspatio, no de manera comercial. La ubicación geográfica tiene un gran impacto en el contenido de carotenoides. Por ejemplo, el contenido de carotenoides de diversas poblaciones de tomate cultivadas en la zona sur del país difiere de las cultivadas en el centro (tabla II). Por lo que muchos factores como la genética (cultivar o variedad) (figura 3), el ambiente (luz, temperatura, nutrición mineral) y las prácticas culturales (etapa de maduración en el sistema de recolección y riego) afectan la composición química de los tomates (García *et al.*, 2013).

Tabla II. Valores promedio de la composición nutricional de poblaciones nativas de tomate.

Accesión	mg 100g ⁻¹ (base húmeda)	mg 100g ⁻¹ (base seca)
GTO-11	22.9	338
GUE-18	12.4	204.1
MEX-12	13.8	194.8
OAX-115	22.6	308.7
PH-96	21.8	369.8
SDP-43	15.8	259.4
YUC-7	16.5	360.1

Fuente: Méndez *et al.*, 2011.



Figura 3. Diversidad de formas de fruto de poblaciones nativas de tomate provenientes de la zona centro del país y un híbrido, A) riñón, B) saladette, C) cherry, D) ojo de venado.

CONCLUSIONES

La presente revisión hace una breve descripción de la importancia del consumo y uso de poblaciones nativas de tomates, la riqueza de recursos genéticos actualmente disponibles en las poblaciones nativas de tomate podría representar un beneficio a la salud de la población.

REFERENCIAS

Canene-Adams, K., Campbell, J.K., Zaripheh, S., et al. (2005). The tomato as a functional food. *Journal of Nutrition*. 135 (5): 1226-1230.

Cruz, B.R.M., Gonzáles, G.J, y Sánchez, C.P. (2013). Propiedades funcionales y beneficios para la salud del licopeno. *Nutrición Hospitalaria*. 28 (1): 6-15.

Estrada-Trejo, V., Lobato-Ortiz, R., García-de los Santos, G., et al. (2013). Diversidad de poblaciones nativas de jitomate para germinación en condiciones salinas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 5(6): 1067-1079.

Foolad R. (2007). Genome Mapping and Molecular Breeding of Tomato. International. *Journal of Plants Genomics*. 1-52 pp.

Frusciante, L., Carli, P., Ercolano, M.R., et al. (2007). Antioxidant nutritional quality of tomato. *Molecular Nutrition and Food Research*. 51(5):609-617.

García-Valeverde, V., Navarro-Gonzáles, I., García-Alonso, J., et al. (2013). Antioxidant bioactive compounds in selected industrial processing and fresh consumption tomato cultivars. *Food and Bioprocess Technology*. 6(2):391-402.

Jenkins, J.A. (1984). The origin of the cultivated tomato. *Economic Botany*. 2: 379-392.

Kong K.W., Ismail, A. (2011). Lycopene content and lipophilic antioxidant capacity of by-products from Psidium guajava fruits produced during puree production industry. *Food and Bioprocess Processing*. 89(1): 53-61.

Méndez I., I., y Vera G., A.M. (2011). Quality of fruits in Mexican tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Landraces. Oaxaca, México. *Vitae*. 18(1): 26-32.

Peralta, I.E., y Spooner, D.M. (2007). History, Origin and Early Cultivation of Tomato (Solanaceae). In: M.K. Razdan y A.K. Mattoo (eds.). Genetic Improvement of Solanaceous Crop, Vol. 2: Tomato. *Science Publishers*. Enfield, New Hampshire, USA., 60: 1-24.

Rick, C.M., y Fobes, J. (1975). Allozyme variation in cultivated tomato and closely related species. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*. 102: 376-384.

San Juan-Lara, F., Ramírez-Vallejo, P., Sánchez-García, P. et al. (2014). Variación en características de interés agronómico dentro de una población nativa de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Revista de Fitotecnia*. 37: 159-164.

Silaste, M.-L., Alftan, G., Aro, A., et al. (2007). Tomato juice decreases LDL cholesterol levels and increases LDL resistance to oxidation. *British Journal of Nutrition*. 98(6): 1251-1258.

Tieman, D.P., Bliss, L.M., McIntyre, A., et al. (2012). The chemical interactions underlying tomato flavor preferences. *Curr. Biol*. 22: 1035-1039.

Tieman, D., Zhu, G., Resende, M.F., et al. (2017). A chemical genetic roadmap to improved tomato flavor. *Science*. 355: 391-394.

Waliszewski, K.N., y Blasco, G. (2010). Propiedades nutraceuticas del licopeno. Veracruz, México. *Salud pública de México*. 52(3): 254-265.

Historia de un ooide

Raúl Gerardo Medina-Pedraza*, Yolanda Pichardo-Barrón*, Javier Aguilar-Pérez*

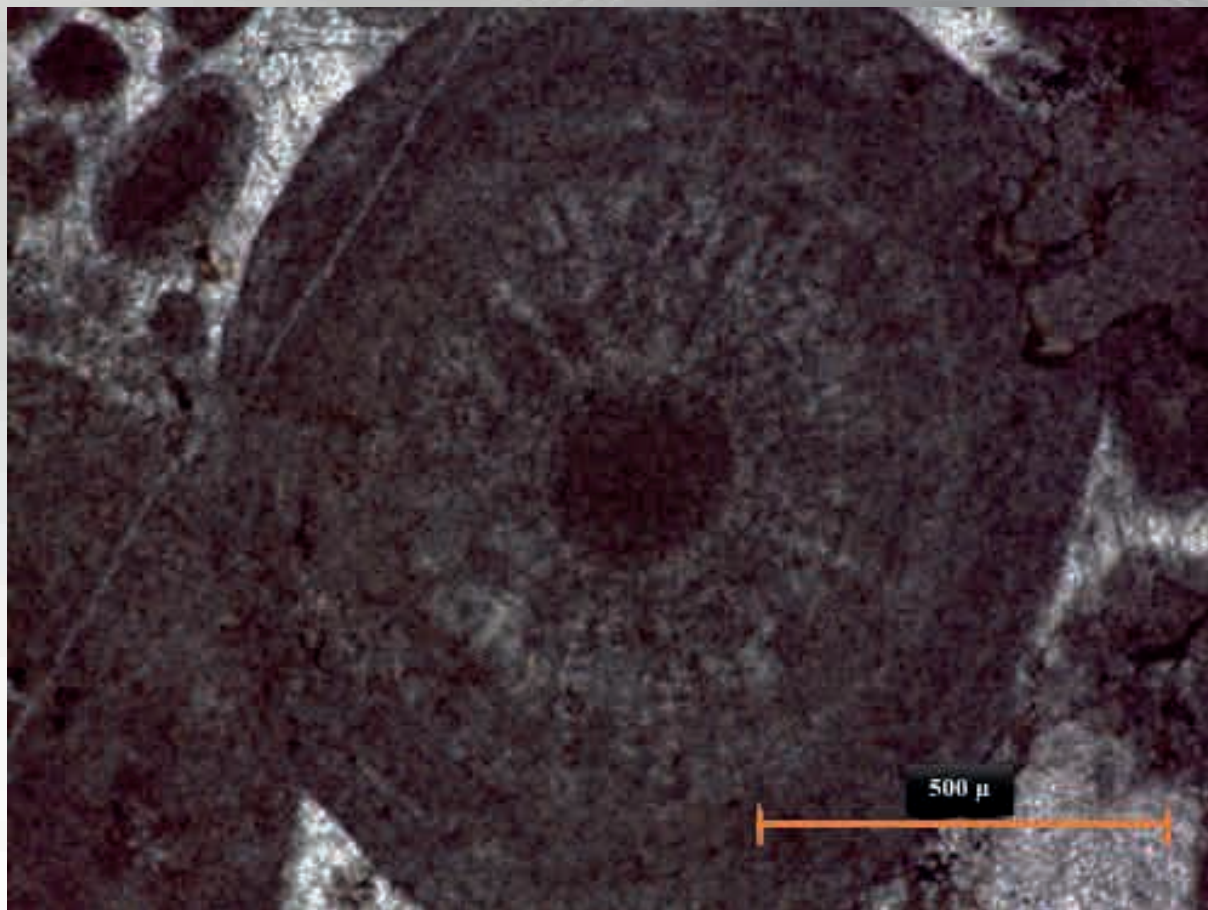


Figura 1. Ooide de ambiente marino, el cual muestra dos etapas de desarrollo (1ra radial, 2da tangencial). Fotomicrografía de lámina delgada de una muestra de la Formación Zuloaga (Jurásico Superior), Nuevo León, México (Medina-Pedraza, 2011).

La corteza terrestre o litosfera está constituida por un conjunto de materiales llamados rocas, que engloban la totalidad de los minerales y son los materiales terrestres por excelencia que construyen el paisaje geológico

(Almodóvar, 2013). Se agrupan tradicionalmente en tres categorías en función de los procesos geológicos que las originaron: ígneas (se forman cuando enfría y solidifica una roca fundida, el magma), sedimentarias

* Universidad Autónoma de Nuevo León, FCT.
Contacto: raulmedina.pedraza@gmail.com

(resultan de la acumulación y litificación de fragmentos minerales u organismos, o precipitación de minerales a partir de disoluciones originando rocas detríticas y rocas biogénicas y físico-químicas) y metamórficas (se crean a partir de rocas ígneas, sedimentarias o incluso de otras rocas metamórficas que han sufrido cambios en la mineralogía, textura y composición química)

En el caso particular de las rocas sedimentarias, si bien representan sólo 5% de los materiales que forman la corteza terrestre, casi 75% de ellas se manifiesta en la superficie terrestre. Estas rocas son el resultado de un largo conjunto de procesos que van desde la destrucción de otras rocas preexistentes por la acción de la meteorización y la eliminación de los residuos de estas acciones (erosión) hacia otro lugar mediante un transporte más o menos largo, hasta la acumulación de esas partículas (sedimentación) en otro punto (el medio sedimentario) (Barba, 1999).

El interés por conocer la composición y origen de las rocas en general radica en su aplicación científica y económica. Las rocas sedimentarias son estudiadas por su naturaleza, ya que proveen información sobre la historia de la vida en la Tierra, el origen de ésta, la diversidad de organismos que existieron en el pasado, el ambiente en el que habitaban y su evolución hasta como la conocemos actualmente, entre otros aspectos. En el ámbito económico, su trascendencia está en función del uso que se les da, en la industria de la construcción se transforman en productos como cemento, cal, pisos (mármol), yeso, ladrillos, etc., o en la fabricación de vidrio; en la industria de los hidrocarburos, las rocas sedimentarias tienen un valor significativo toda vez que sirven como reservorio de petróleo y gas.

Tal es su importancia en este último aspecto, que en los últimos 30 años el interés en los estudios a detalle de las rocas sedimentarias carbonatadas (calizas) se ha incrementado sustancialmente, en especial por el beneficio que representa para las compañías petroleras en su búsqueda por encontrar nuevos yacimientos de hidrocarburos que satisfagan las necesidades industriales y de una gran cantidad de las actividades diarias del hombre. De hecho, se considera que los yacimientos carbonatados representan alrededor de 60% de las reservas mundiales de petróleo, con un enorme potencial de reservas de gas adicionales, específicamente en el Medio Oriente (Akbar *et al.*, 2001).

Existe un tipo de roca carbonatada o caliza que está compuesta por granos no mayores a los 2 mm de diámetro de forma redonda que se llaman ooides y cuando esta roca se compone exclusivamente de ooides se le

llama “oolita”. Estas rocas calcáreas formadas por ooides (figura 1) (Akbar *et al.*, 2001) son creadas en ambientes de plataforma o rampas marinas, comprenden más de 50% de las reservas carbonatadas de hidrocarburos (Flügel, 2010).

ORIGEN Y FORMACIÓN

Son tres los ambientes sedimentarios asociados a las rocas carbonatadas y están ubicados en continente, en la zona de transición entre el continente y el océano, o en el mar, ya sea somero o profundo.

Cada tipo de ambiente sedimentario deja diferentes “marcas o registros” en las rocas, cuyo estudio permite definir el ambiente de depósito. Ejemplos de estas marcas son las estructuras primarias o los componentes principales que las constituyen, denominados ortoquímicos y aloquímicos o granos carbonatados.

El reconocimiento de estos componentes se realiza a través del estudio de láminas delgadas debido al pequeño tamaño que tienen (menor a 2 mm de longitud o diámetro).

Es el caso de la partícula o grano recubierto de origen no esquelético denominada ooide que ha sido reconocido como el constituyente más intrigante de este tipo de rocas. En principio se les asignaba esencialmente como granos inorgánicos, pero un fuerte control biológico para su formación es reconocible (Flügel, 2010).

La palabra ooide viene del griego *oon* que significa huevo. Son granos esféricos u ovoideos de origen sedimentario marino y continental, de composición calcárea (Mg/Ca en su mayoría), los cuales están formados por láminas lisas regulares formadas como capas concéntricas sucesivas alrededor de un núcleo con un diámetro no mayor a los 2 mm (figura 1). Los ooides no calcáreos más conocidos son los compuestos de hierro.

Los ooides requieren de condiciones adecuadas para la precipitación inorgánica o microbial alrededor de ellos, así como la rotación repetida de los granos para permitir el revestimiento concéntrico del núcleo, por lo tanto, los mejores ambientes para su formación son los deltas, barras de marea o montículos y playas (figura 2).

La velocidad en el movimiento de rotación condiciona directamente el tamaño de los ooides, es decir, en aguas más tranquilas tienen un crecimiento mayor en sus capas mientras que en aguas más turbulentas se presentan de menor tamaño (Richter, 1983).

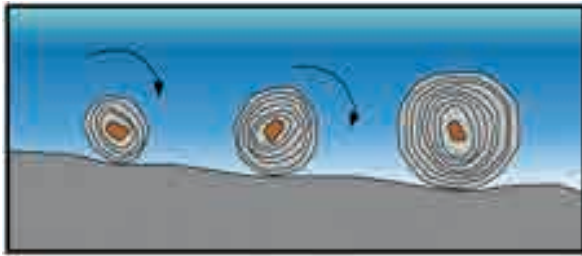


Figura 2. Representación gráfica del movimiento necesario para la formación de los ooides (Medina-Pedraza, 2011).

El movimiento en las corrientes del agua también determina el tipo de estructura que los ooides tendrán en sus láminas, en aguas con corriente mayor y menor precipitación de carbonato de calcio (CaCO_3) alrededor de sus núcleos da como resultado un arreglo en su laminación de tipo tangencial, en aguas más tranquilas y con mayor precipitación de CaCO_3 resulta en una laminación radial (Reijers y Ten-Have, 1983).

COMPONENTES DE UN OOIDE

Un oide está formado esencialmente por dos componentes, un núcleo a partir del cual se empieza a formar y las capas concéntricas que le dan forma. El núcleo puede ser de origen lítico, restos de granos no esqueléticos, fragmentos de organismos (plantas o animales), ooides más pequeños y pellets fecales, estos últimos característicos de ooides formados en ambientes de baja energía (figura 3).

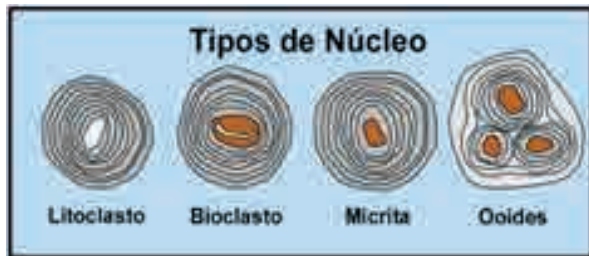


Figura 3. Los tipos de núcleos en los ooides varían entre litoclastos, bioclastos, micrita, pellets, peloides y ooides (Medina-Pedraza, 2011).

La forma del oide generalmente resulta del aspecto de su núcleo. El tamaño y el sorteo de los ooides proveen pistas de las condiciones hidrodinámicas. El tamaño es controlado por el tipo de núcleos disponibles, la tasa de crecimiento, la movilización, la agitación y la abrasión (Richter, 1983). La relación núcleo-capas (corteza) es un criterio muy importante para describir los diferentes tipos de ooides.

CLASIFICACIÓN POR TEXTURA

La textura en las capas que muestran los ooides provee información del ambiente bajo el cual se depositaron o si éstos fueron transportados a otras zonas. De acuerdo a esta característica se clasifican en:

Ooides concéntricos (tangenciales). Es la textura principal de los ooides recientes de los bancos oolíticos de Bahamas y de ambientes antiguos de alta energía, consisten en granos de aragonita cuyos ejes más largos están alineados paralelamente a las capas del oide. Estos granos no esqueléticos son característicos de ambientes marinos de alta energía.

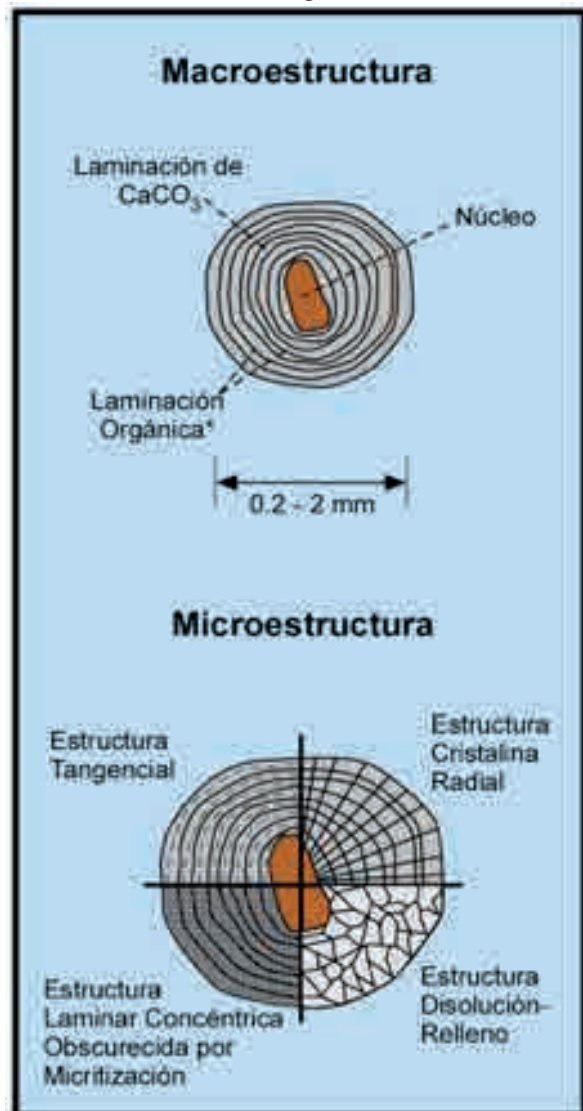


Figura 4. Representación gráfica generalizada de la estructura interna de los ooides (arriba) y las cuatro texturas internas (abajo) (Scholle y Ulmer, 2003).

Ooides radiales. Se identifican por consistir de un arreglo cortical de cristales fibroso-radiales. Este tipo de textura en los ooides es característica de ambientes con movimiento constante del oleaje, pero sin mucha fuerza, lo que propicia que sus cristales crezcan sin ser muy afectados por la abrasión con otros granos.

Ooides micríticos. Su núcleo, así como sus capas, están compuestas de micrita, las cuales presentan un vago arreglo concéntrico (figura 4).

CLASIFICACIÓN POR FORMA

Existen varios tipos de ooides que se clasifican de acuerdo a la relación núcleo-capas (figura 5).

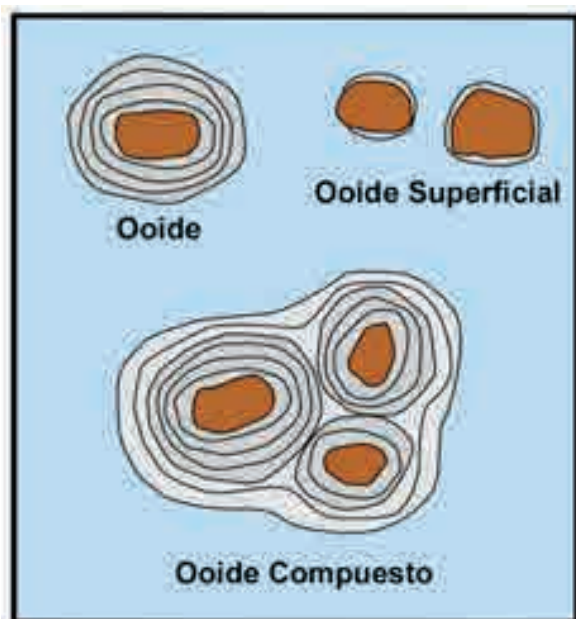


Figura 5. Representación de los diferentes tipos de ooides de acuerdo a su forma (Scholle y Ulmer, 2003).

Ooides superficiales. En éstos el grosor de la corteza es distintivamente menor que la mitad de su tamaño total. Generalmente sólo muestran máximo dos capas en su corteza (Flügel, 2010).

Ooides normales. Se reconocen por su corteza, en el cual el tamaño supera a la mitad del diámetro del grano. Con el grosor de la corteza se pueden relacionar los controles ambientales, particularmente los factores hidrodinámicos. Núcleos pequeños tienden a tener capas gruesas que probablemente se forman más rápidamente porque los granos pequeños son más fáciles de poner en movimiento, en tanto los más grandes que muy pocas veces son movidos, sólo presentan capas superficiales o no presentan ninguna (Flügel, 2010).

Ooides compuestos. Representan la agrupación de dos o más ooides, pueden ser de cualquier tipo, por medio de otras capas concéntricas que los unen (Richter, 1983).

AMBIENTES

Como se mencionó anteriormente, a los ooides se les asocia a ambientes de alta energía, aguas someras y tibias, donde el oleaje y las mareas juegan un papel directo como en los bancos oolíticos, playas y barras de marea (figura 6). Los depósitos de ooides pueden aparecer de manera autóctona (en el mismo sitio) o de manera alóctona, es decir, transportados desde otra ubicación hasta su destino final.



Figura 6. Mitad norte de Long Island, Bahamas. Esta fotografía tomada desde el espacio nos da la oportunidad de observar la magnitud de los bancos oolíticos de las Bahamas en proceso de formación, calizas que serán totalmente diferentes de las formadas en las barreras de coral (NASA, 2012).

OOIDES FÓSILES

Los depósitos o bancos oolíticos tienen su registro en la historia geológica de la Tierra desde el Cámbrico hasta la actualidad y están básicamente asociados a sedimentos de hierro, de aquí la importancia económica de estos yacimientos en Europa, USA, Canadá, Bolivia o Argentina.

Para ser más precisos, las rocas sedimentarias que contienen más de 15% de hierro se denominan rocas ferruginosas y son, con frecuencia, acumulaciones locales de depósitos oolíticos.

En materia de energéticos las calizas oolíticas son parte importante de depósitos prolíficos de hidrocarburos alrededor del mundo, fungiendo como roca almacenadora. Algunos ejemplos de yacimientos de aceites en este tipo de calizas son: La Secuencia Jurásica Árabe,

en Medio Oriente; La Reserva Smackover, en el Golfo de México (figura 7) y varias formaciones en las cuencas de Anadarko y Apalaches en Norteamérica.

Otro aspecto de interés de estos pequeños cuerpos esféricos parecidos a huevos de pescado es la científica. En este sentido, el estudio de estos elementos encontrados en sedimentos carbonatados permite interpretar el ambiente de depósito continental o marino y el factor hidrodinámico.

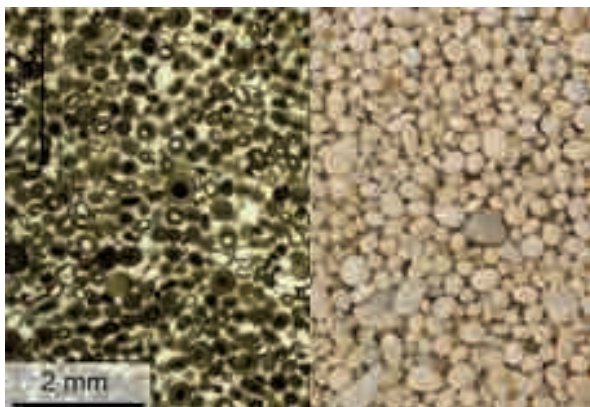


Figura 7. Izquierda, fotomicrografía de una lámina delgada de un grainstone de la Formación Smackover (Jurásico Superior), del Golfo de México (The University of Texas at Austin, 2014). Derecha, arenas de ooides de Abu Dhabi, Emiratos Árabes Unidos (Sandatlas, 2010).

OOIDES ACTUALES

En la actualidad, los ooides más estudiados son encontrados en aguas marinas cálidas someras o poco profundas de las Bahamas (figura 6), Shark Bay en Australia, y el Golfo Pérsico (figura 7), pero también han sido encontrados en sitios de aguas continentales como en el Gran Lago Salado en Utah.

OOIDES EN LAS ROCAS DE NUEVO LEÓN

En el noreste de México, y en particular en Nuevo León, las rocas que contienen ooides y que son más representativas de los mismos son las calizas de la Formación Zuloaga, ampliamente distribuidas en la Sierra Madre Oriental

Durante el Oxfordiano-Kimmeridgiano (Jurásico Superior, 163 a 155 Ma), con la apertura del Golfo de México, se desarrollaron rampas bordeando masas de tierra que se encontraban expuestas. Esta generación de rampas y plataformas marinas propició las condiciones idóneas para la creación y depositación de ooides.

Uno de los puntos geológicos más accesible y conocido, es el parque ecológico “La Huasteca”, ubicado en el municipio de Santa Catarina, aquí la Formación Zuloaga aparece como núcleo de los anticlinales. No obstante, su expresión abarca otras localidades como el Cerro de la Silla, Cerro de las Mitras, etc. (figura 9).



Figura 8. Vista panorámica dentro del Cañon de la Huasteca, Santa Catarina, Nuevo León. En la parte izquierda se señala el núcleo del anticlinal, perteneciente a la Formación Zuloaga.

VOCABULARIO

Aloquímicos. Cualquier tipo de partícula carbonatada de origen químico o bioquímico que ha experimentado un cierto grado de transporte en forma de distintos fragmentos. Se distinguen los granos esqueléticos o bioclastos y se refiere a todas las partículas relacionadas con un fragmento fósil o parte de éste y los granos no esqueléticos que no representan parte de un organismo, aunque en la formación de estas partículas sí exista la evidencia de actividad biológica (ejemplo, las partículas revestidas como los ooides).

Lámina delgada. Técnica de laboratorio que consiste en una muestra de roca adelgazada hasta tres micras para hacerla transparente con el fin de permitir su observación en luz transmitida al microscopio óptico de minerales o microfósiles o fragmentos de microfósiles.

Litificación. Transformación de un sedimento blando en roca sedimentaria consolidada por compactación y cementación.

Ortoquímicos. Son esencialmente precipitados químicos formados dentro de la cuenca de depósito. Son de dos tipos: matriz (micrita=lodo) y cemento (esparita=sin lodo).

Plataforma carbonatada. Es un cuerpo sedimentario que tiene un relieve topográfico. Son áreas marinas con una profundidad hasta de 200 m donde precipitan carbonatos y carece de aporte de sedimentos continentales.

Rampa carbonatada. Tiene las mismas características que las plataformas carbonatadas, sin embargo, las rampas tienen un ligero ángulo de inclinación

Sorteo. Clasificación para agrupar las partículas en tamaños.

REFERENCIAS

Medina-Pedraza, R.G. (2011). *Análisis bioestratigráfico y microfacial de la Formación Zuloaga (Oxfordiano-Kimmeridgiense), Laguna de Santa Rosa, Iturbide, México*. Universidad Autónoma de Nuevo León, Tesis de Licenciatura, 108 pp.

Almodóvar, G.R. (2013). Los materiales de la Tierra. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. 21(2): 146-154.

Barba, F.J. (1999). Rocas sedimentarias y facies sedimentarias: relaciones conceptuales y genéticas. Aplicaciones didácticas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. 7(1): 29-37.

Akbar, M., Vissapragada, B., Alghamdi, A.H., et al. (2001). Evaluación de los yacimientos carbonatados. *Oilfield*. 12(4): 20-43.

Flügel, E. (2010). *Microfacies of Carbonate Rocks: Analysis, Interpretation and Application*. Berlin: Springer-Verlag.

Richter, K.D. (1983). *Calcareous ooids; a synopsis (in Coated grains, Peryt)*. Springer-Verlag, Berlin, Federal Republic of Germany.

Reijers T.J.A., y Ten-Have, A.H.M. (1983). *Ooid zonation as indication for environmental conditions in a Givetian - Frasnian carbonate shelf-slope transition (in Coated grains, Peryt)*. Springer-Verlag, Berlin, Federal Republic of Germany.

Scholle, P., y Ulmer, D. (2003). A Color Guide to the Petrography of Carbonate Rocks: Grains, Textures, Porosity, Diagenesis. *American Association of Petroleum Geologists, Memoir 77*: 228 pp.

NASA. (2012). *STS-83 Shuttle Mission Imagery*. Disponible en: <http://spaceflight.nasa.gov/gallery/images/shuttle/sts-83/html/sts083-712-063.html>

The University of Texas at Austin. (2014). *Bureau of Economic Geology*. Disponible en: <http://www.beg.utexas.edu>

Sandatlas. (2010). *Schist*. Disponible en: <http://www.sandatlas.org>



Estudios críticos de la obra de Gonzalitos, antiguas contribuciones científicas analizadas desde su época

Jorge S. Marroquín de la Fuente,
Magda García Quintanilla,
Roberto Reboloso Gallardo
Universidad Autónoma de Nuevo León
México, 2017

Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/13226/>

Celia Guadalupe Rodríguez Barrientos

La ciencia, como la luz y la vida, se difunde y propaga a través de los tiempos y de generación en generación.

Lentos son, en verdad, sus progresos, pero siempre son útiles.

Dr. J. Eleuterio González

Cualquier trabajo alrededor de la obra del Dr. José Eleuterio González, Gonzalitos, es pieza fundamental para reconstruir el legado científico que nos ha dejado, sin embargo, hoy sólo tenemos disponible una parte de su obra; hace falta difundir piezas inéditas como *Raíces griegas*, *Obstetricia y patología general*, y por consecuencia, las obras completas en edición facsimilar para un público más amplio y con un aparato crítico elaborado por especialistas solventes en la materia.

Marroquín de la Fuente, García Quintanilla y Reboloso Gallardo, en *Estudios críticos de la obra de Gonzalitos, antiguas contribuciones científicas analizadas desde su época*, se enfocan en la enseñanza de la ciencia

en Nuevo León en esa época, una documentación detallada y exhausta de la obra del Dr. Gonzalitos como naturalista en un concepto más genuino.

El texto es el resultado del trabajo de aproximadamente seis años desde su propuesta hasta la publicación, el cual, en cierto momento, se convirtió en un *vía crucis* editorial. En el proceso, el proyecto generó una serie de retos, conferencias y artículos, de los cuales algunos se encuentran publicados en las revistas *Planta* (2013) y *Ciencia UANL* (2013 y 2014). Debo decir que Marroquín y Reboloso han colaborado en la difusión de la ciencia en el contexto regional.

Una joya bibliográfica es el término que utiliza Marroquín de la Fuente para definir la obra escrita por el Dr. Gonzalitos, describiendo aspectos clave del discurso y catálogo que permite conocerlo desde una dimensión intelectual y humana. El Dr. Eleuterio González generaba obras de connotación humanista, moral y ética, dirigiéndose en tres vertientes: la histórica, la de índole académica, científica y didáctica y la literaria. Una de sus obras es *Lecciones orales de materia médica y terapéutica* (1888), la cual lo convierte en un pionero de la etnobotánica en Nuevo León.

En la glosa, el Dr. Marroquín de la Fuente narra hechos destacados de la vida de Gonzalitos, así como elementos clave que permiten conocer el valor literario y científico de su discurso, así como el catálogo que está compuesto por 367 plantas localizadas en Nuevo León.

Dicho análisis es introductorio, clave para leer y comprender el facsimil: un discurso y un catálogo de plantas clasificadas. Ha sido una gran sorpresa y privilegio conocer y tener un contacto directo con una institución en la materia. Aspecto que se agradece a quienes desarrollaron la estructura del texto y permitieron integrar una cuarta edición original disponible en la Capilla Alfonsina de la UANL. Extendiendo una invitación a leer el texto completo y no perderse la oportunidad de conocer de manera directa las ideas, filosofía y conocimiento científico que el Dr. Gonzalitos presenta en sus diversos ensayos.

Asimismo, se encuentra el *Boletín de la Sociedad Nuevoleonesa de Historia Natural*, “Dr. J. Eleuterio González” (1967), con un texto escrito por el Dr. Eduardo Aguirre Pequeño en el que lo describe como naturalista, destacando sus textos y nombramientos, así como la interpretación de su pensamiento vivo. Es importante mencionar que el Dr. Marroquín de la Fuente también participa en el boletín con el artículo “Los gramíneas de la Sierra de la Paila, Coah.”.

En la época del Dr. Gonzalitos no se contaba con los adelantos científicos y tecnológicos que se tienen en la actualidad, los cuales permiten estar en contacto e informados de las últimas noticias a nivel mundial, nacional y local, reconociendo que el trabajo realizado por él era sumamente intelectual y producto de un audaz proceso de investigación acompañado de una práctica permanente en el área médica, botánica y docente.

Algunas de las grandes cualidades que poseía el Dr. José Eleuterio González fueron su modestia y sentido humano, éstas le permitían contar con el aprecio y admiración de las personas que estaban a su alrededor, además de quienes ahora lo leemos. Convirtiéndose en un modelo a seguir y trascendiendo de una manera admirable al compartir su trabajo con las generaciones posteriores a fin de que éstos continuaran con la creación de conocimiento para el avance social y científico.

Finalmente, García Quintanilla, Reboloso Gallardo y Domínguez Hernández presentan un texto producto de un proceso metodológico interpretativo sobre los orígenes de la enseñanza de las ciencias en Nuevo León. Los autores contextualizan al lector al siglo XIX para comprender la situación de Monterrey y los personajes que participaron en el desarrollo de la ciencia en

la región, describiendo los primeros planes de estudio de la Escuela de Medicina, así como los procesos de enseñanza y aprendizaje utilizados en la época. El Dr. J. Eleuterio González se convierte en pionero de la ciencia en Nuevo León rompiendo la tradición empírica.

Este texto es coyuntural para quienes están interesados en la historia y enseñanza de la ciencia, se deriva de una tesis de doctorado y puede ser consultado en el repositorio institucional de la UANL con el título “Historia de la enseñanza de la química en Nuevo León: orígenes, tradiciones científicas y socialización del conocimiento” (2013), del Dr. Estevan Domínguez Hernández.

La publicación, en conjunto, es una obra pionera en el siglo XIX en la región norestense, y permite conocer la evolución del estudio de la botánica con el objeto de generar conocimiento científico, en específico a través del trabajo realizado por el Dr. González. Por último, no puedo dejar de mencionar que la revista *Ciencia UANL* y la Dirección de Investigación Educativa tuvieron el escenario adecuado para el desarrollo de la obra. Esperamos que el texto motive a otras personas a continuar con el estudio crítico de la obra de Gonzalitos con el fin de regresar al pasado para estudiar el presente y mejorar el futuro.

CIENCIA EN BREVE



A raya nuestra salud visual

¿Cuántas horas pasas viendo la pantalla de tu teléfono inteligente? La mayoría lo hacemos más de cinco horas. Vivimos en una sociedad en la cual la tecnología ha cobrado especial importancia ya que se encuentra presente en casi todo lo que vemos y hacemos. Atrás quedaron aquellos tiempos donde el teléfono móvil era un instrumento innovador para dar paso a utilizar pantallas en casi todos los dispositivos del hogar o del trabajo. Por lo tanto, podemos decir que estamos adquiriendo rutinas que pueden dañar nuestra salud y calidad visual, por ello hay que tomar ciertas precauciones y aprovechar los avances de las nuevas tecnologías para mejorar nuestra agudeza visual. A continuación, veremos los avances dentro de la tecnología aplicada a la salud ocular y qué tipo de problemas podemos evitar.

La mayoría de los especialistas aconseja descansar los ojos de una visión prolongada frente a la pantalla durante cinco minutos cada dos horas. Aun así, en muchas ocasiones forzamos los ojos y no tomamos medidas para protegerlos, de hecho, somos muchas las personas las que no les prestamos la atención debida.

Para evitar sufrir de ojos secos, infecciones oculares u otros problemas como las alergias, la mejor solución es la utilización de lentes de contacto diario ya que no requieren de limpieza y cada día se utilizan unas nuevas, evitando así que el material se degrade y pueda ocasionar algún mal en la córnea o incluso en las zonas del interior del párpado. Con la nueva tecnología podemos encontrar lentes de última generación, que incorporan hidrogel de silicona, gracias a la influencia de las innovaciones de Acuvue Oasys.

Otros desarrollos científicos que ayudan a que mantengamos una salud ocular adecuada son, por ejemplo,



los filtros de luz azul, aquella que emiten los dispositivos electrónicos con pantalla como el móvil, las luces LED, el ordenador o incluso nuestros televisores. Para evitar este tipo de luz, podemos utilizar filtros que bien se pueden activar desde la PC o incluso gafas con una capa que protege nuestra retina de ondas agresivas que pueden dañar nuestra visión en el futuro.

Para las personas con glaucoma, enfermedad que aumenta la presión ocular, se han desarrollado unos lentes de diamantes que permiten liberar, mediante unos microdiamantes, la medicina adecuada en cantidades y lugares específicos para así combatir esta enfermedad de manera más efectiva. Además, para evitar que estos pacientes tengan que visitar el oftalmólogo regularmente, se ha creado un implante con sensor electrónico que controla la presión ejercida en el ojo, mejorando así la condición de esta enfermedad.

Tomando ciertas precauciones, utilizando correctamente nuestros aparatos electrónicos y ayudándonos de los avances científicos aplicados a la salud ocular podemos evitar problemas relacionados con la visión y mejorar nuestra calidad de vida (fuente: agencia SYNC).



Apuestan a colonizar la Luna

Uno de mis escritores favoritos dijo un día: “Cualquier cosa que un hombre puede imaginar, otros hombres lo pueden hacer real”; y tenía razón, pues él escribió libros como *De la Tierra a la Luna* y *Alrededor de la Luna*. Adivinaste, se trata de Julio Verne, y él, al igual que Ray Bradbury y los hermanos Méliès, escribieron sobre habitar el satélite natural de la Tierra.

Déjame decirte que si lo que quieres no es dar una vuelta virtual, sino algo más real, en un sofisticado centro de investigación, científicos japoneses intentan resolver cómo pueden diseñar un espacio habitable en la Luna, en el que se puedan cultivar alimentos. Su apuesta es desarrollar, en un poco más de una década, todas las herramientas para lograrlo.

Las primeras colonias espaciales estarán en túneles en la Luna, donde Japón prevé que los humanos se instalen en 2030 en enclaves autosuficientes que ya están siendo diseñados por el Centro de Investigación de Colonias Espaciales (RCSC) nipón.

Establecido en noviembre de 2017 y liderado por la primera mujer japonesa astronauta, Chiaki Mukai, este RCSC, dependiente de la Universidad de Ciencias de Tokio (TUS), tiene la tarea de desarrollar la tecnología óptima para garantizar la supervivencia en el espacio.

Bajo esta perspectiva, actualmente trabajan en resolver cuatro grandes problemáticas: el diseño de un espacio habitable con capacidad de abastecerse de energía y almacenarla, con tecnología para reciclar aire y agua y en el que se puedan cultivar alimentos. A lo que le apunta el RCSC es a construir una especie de

cápsula bajo la superficie de la Luna, una ubicación ideal para protegerse de los efectos de la radiación.

Según Mikai, “en el futuro imaginamos que podría haber varios módulos de vida acoplados los unos a los otros”, así como instalaciones en la superficie, orientadas para estancias cortas y uso turístico.

Para garantizar la viabilidad de esta residencia, los científicos están priorizando el estudio del uso de la termoelectricidad (producción de electricidad por calor) para el abastecimiento de energía y el diseño de un dispositivo que se instalaría en la pared.

La diferencia de temperatura entre el interior de la colonia y el exterior es mucha (de los +10/30°C del interior a los +90/130°C del exterior durante el día y los -170/230°C de la noche), lo convierte en un sistema idóneo.

Hasta ahora, el equipo japonés centra sus estudios en el siliciuro de magnesio (Mg_2Si), un compuesto benigno que cuenta con reservas naturales abundantes con un tiempo “de vida” de una década, un periodo que podría ser superior en mejores condiciones en el espacio. Cómo asegurar la producción de alimentos es otro de los puntos en los que trabajan los investigadores del RCSC. En un pequeño invernadero realizan pruebas con papas, tomates, albahaca y lechugas sumergidas en agua en vez de plantadas en tierra.

Asimismo, se trata de obtener plasma por primera vez en estado líquido de manera artificial a partir de orina, para crear un compuesto capaz de ayudar a abonar los cultivos y mantener el agua libre de algas (Fuente: Efe).

Vegetales en la Antártida

Seguramente has visto alguna vez videos de la Antártida. Un lugar helado, oscuro y poco habitable, pero a la vez hermoso, fascinante y muy interesante. Y al igual que yo te has hecho la pregunta de cómo se podría cultivar comida: no hay mucha luz ni tierra de las que plantas se puedan alimentar. Fue esto, precisamente, lo que lo llamó la atención de un grupo de científicos alemanes bautizados con el nombre de EDEN-ISS Project, en asociación con el Centro Aeroespacial Alemán, quienes tienen la meta de encontrar formas de cultivar comida humana en el espacio (no, no están junto con los japoneses que quieren crear colonias lunares, pero se podrían complementar). Pese a todas las contradicciones, el equipo anunció que ya reunió ocho libras de alimentos producidas en este lugar.

Lograrlo fue toda una odisea. Los científicos han trabajado en un laboratorio del tamaño de un contenedor de carga equipado con varias tecnologías. Algunas de las que se mencionan en la página web del proyecto son “un sistema avanzado de suministro de nutrientes, un sistema de iluminación LED de alto rendimiento y un sistema de biodetección y descontaminación”.

Cabe recordar que en esta carrera el EDEN-ISS Project no está solo (ni es el primero). En junio de 2015, el proyecto Veggie de la Nasa logró cultivar lechuga en la Estación Espacial Internacional. Para esto, incluso tuvieron que desarrollar un sistema con microgravedad que le permitiera a la lechuga crecer en un solo sitio.

Ante esto, el proyecto EDEN advierte que su gran innovación es que han logrado producir distintos tipos de vegetales que, eventualmente, podrían crecer en Marte o en la Luna. Hierbas, rucúla, lechugas y rábanos rojos son algunas de las exquisiteces (fuente: El Espectador).



Los orangutanes usan analgésicos

¿Alguna vez te han dado un té para calmar algún dolor?, o has escuchado a alguien hablar de plantas cuyas propiedades son calmar los dolores. Sabes, los humanos no somos los únicos en emplear estas técnicas herbolarias, tras hacer observaciones durante más de 20 mil horas, investigadores descubrieron que un grupo de primates utiliza una planta que sirve como analgésico.

Helen Morrogh-Bernard lleva más de 20 años investigando la vida de los orangutanes. Comenzó en 1995, cuando era estudiante de la Universidad de Nottingham (Inglaterra) y, desde entonces, ha tratado de entender su comportamiento. El lugar desde el que lo ha hecho ha sido el parque nacional de Sabangau, ubicado en Indonesia. Su última investigación, realizada luego de más de 20 mil horas de observación, sugiere un hecho asombroso: asegura que ha encontrado suficiente evidencia para poder afirmar que los humanos no son los únicos mamíferos que usan plantas medicinales para tratar el dolor. Los orangutanes (*Pongo pygmaeus*) también lo hacen.

Su estudio, publicado en *Scientific Reports*, asegura que diez de estos animales masticaron ocasionalmente una planta específica que no hace parte de su dieta usual. Luego de hacerlo, formaron una sustancia espumosa que frotaron en su cuerpo por cerca de 45 minutos. Es posible que ese sea el primer caso de un animal que utiliza un analgésico.

Para comprobarlo, como lo dice el portal *Scientific American*, los coautores de la investigación exploraron las propiedades de esta planta, la *Dracaena cantleyi*, también usada por la población local de Indonesia para aliviar el dolor. Tras analizar su efecto en células humanas cultivadas en laboratorio, encontraron que, efectivamente, genera una respuesta a la inflamación.

Aunque aún no se sabe con certeza cómo llegaron los orangutanes a conocer las propiedades de esta especie, una de las hipótesis apunta a que pudo ser un descubrimiento casual de uno de los miembros del grupo que luego lo compartió con los otros tras percatarse de que generaba un agradable efecto analgésico (fuente: El Espectador).





Las cejas, clave en la supervivencia humana

Cuando era pequeño bastaba una mirada de mi padre con las cejas levantadas para entender que estaba haciendo algo inadecuado y que debía parar o me iría mal cuando regresáramos a casa. Seguramente a ti también, o te ha pasado o lo has empleado y es que las cejas móviles se pueden utilizar para expresar una amplia gama de emociones. Al respecto, un estudio de investigadores de Canadá indica que la evolución en la forma y el tamaño de esta parte del cráneo ha tenido un papel decisivo en la supervivencia humana.

Al igual que la cornamenta de un ciervo, las cejas de nuestros antepasados primitivos eran una protuberancia huesuda pronunciada que indicaba de forma

permanente dominación y agresividad. Los humanos modernos, en cambio, cambiaron esta fisonomía por una frente lisa con cejas más visibles y velludas, capaces de un mayor rango de movimiento para establecer redes sociales, así lo indica el estudio liderado por la Universidad de York (Canadá), que se publica en la revista *Nature Ecology & Evolution*.

Hasta ahora, la hipótesis existente otorgaba a esta parte del cráneo un papel estructural, al tener una función de protección contra el impacto de morder y masticar; y también al suponer la unión de dos partes del cráneo: las cuencas de los ojos y la caja craneal.

Sin embargo, este nuevo trabajo propone que las gruesas prominencias óseas por encima de los ojos (arcos superciliares) de los primeros humanos podrían señalar el estatus social y, posteriormente, al hacerse más lisas y verticales propiciaron habilidades de comunicación. A medida que los humanos se volvieron más sociables, los investigadores plantean que el aplanamiento de la frente permitió el desarrollo de cejas más visibles y móviles capaces de mostrar emociones sutiles y cambiantes. En particular, se usan para expresar emociones matizadas: un movimiento rápido de cejas es un signo de reconocimiento, alzarlas indica simpatía, y hay pequeños movimientos que son clave para identificar la confiabilidad y el engaño. Todo esto se traduce en una mayor cooperación y comprensión entre las personas (fuente: agencia SYNC).



Una máquina que transcribe pensamientos

Te imaginas una máquina que transcriba lo que tú estás pensando, estaría genial ¿no crees?, así no tendrías que estar tecleando largas horas esa tesis que jamás termina, o los trabajos de la escuela, qué tal ese pensamiento hermoso que se te ocurrió para la persona amada y no sabes cómo plasmarlo en papel. Pues eso no está muy lejos, una interfaz de computadora desarrollada en el MIT puede transcribir palabras que el usuario verbaliza internamente, pero que en realidad no pronuncia en voz alta.

El sistema, desarrollado por Arnav Kapur, un estudiante graduado en el MIT Media Lab, quien dirigió los trabajos, consiste en un dispositivo portátil y un sistema informático asociado. Los electrodos en el dispositivo captan señales neuromusculares en la mandíbula y en la cara que se desencadenan mediante verbalizaciones internas, diciendo palabras “en tu cabeza”, pero indetectables para el ojo humano. Las señales se alimentan a un sistema de aprendizaje automático que ha sido entrenado para correlacionar señales particulares con palabras particulares.

El dispositivo también incluye un par de auriculares de conducción ósea, que transmiten las vibraciones a través de los huesos de la cara hacia el oído interno. Debido a que no obstruyen el canal auditivo, los auriculares permiten que el sistema transmita información al usuario sin interrumpir la conversación ni interferir con la experiencia auditiva del usuario.

El dispositivo es, por lo tanto, parte de un completo sistema de computación silenciosa que permite al usuario plantear y recibir indetectablemente respuestas a problemas de computación difíciles. En uno de los experimentos de los investigadores, por ejemplo, los sujetos usaron el sistema para detallar silenciosamente los movimientos de los oponentes en un juego de ajedrez y, de forma silenciosa, recibir respuestas recomendadas por la computadora.

Los investigadores describen su dispositivo en un documento que presentaron en la conferencia ACM Intelligent User Interface de la Association for Computing Machinery. Kapur es el primer autor del artículo, Pattie Maes es el autor principal, y están acompañados por Shreyas Kapur, estudiante de pregrado en ingeniería eléctrica y ciencias de la computación (fuente: agencia SYNC).

Logran imágenes más nítidas de tejidos biológicos

Sabes cómo los médicos pueden darse cuenta de que los vasos sanguíneos han quedado bien conectados cuando hacen una operación o un trasplante, es muy complicado, para eso se utiliza la toma de imágenes mediante fluorescencia, para visualizar tejidos biológicos como el fondo del ojo, donde se pueden detectar señales de degeneración macular. Se utiliza también de forma habitual para visualizar vasos sanguíneos durante la cirugía reconstructiva, permitiendo a los cirujanos asegurarse de que los vasos se hallan adecuadamente conectados.

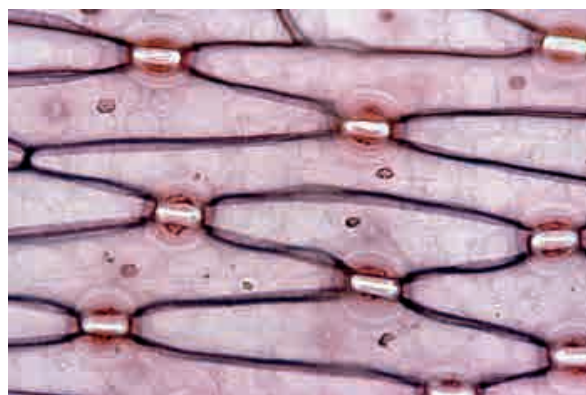
Para estos procedimientos, así como para otros que todavía se están probando en ensayos clínicos, muchos investigadores del sector se valen de una porción del espectro electromagnético conocida como infrarrojo cercano, debido a que es la porción más cercana por longitud de onda a la luz visible. Concretamente, trabajan en el rango de longitudes de onda que va desde los 700 nanómetros (en la frontera del color rojo, el color con longitud de onda más larga) y los 900 nanómetros. Se suministra al tejido biológico un tinte que resulta fluorescente en esta longitud de onda, y dicho tejido es luego visualizado usando una cámara especializada.

Se sabe desde hace algún tiempo que la luz con longitudes de onda mayores que 1,000 nanómetros, un segmento conocido como SWIR, ofrece imágenes mucho más claras que las obtenibles mediante la banda del infrarrojo cercano, pero no existen tintes fluorescentes aprobados por los organismos competentes de salud que tengan una emisión máxima en dicha banda por encima de los 1,000 nanómetros.

Un equipo de investigadores del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) en Cambridge, y del Hospital General de Massachusetts, ambas en Estados Unidos, ha efectuado ahora un gran paso adelante hacia la disponibilidad generalizada de un tinte para visualización SWIR en el ámbito médico.

Moungi Bawendi y sus colaboradores han demostrado que un tinte ya comercialmente disponible, aprobado por la Administración estadounidense de Alimentos y Medicamentos (FDA) y que se usa ahora para visualización en infrarrojo cercano, funciona muy bien para la visualización SWIR.

Visualizar este tinte con una cámara optimizada para captar luz de ese segmento infrarrojo podría permitir a médicos y científicos de sectores relacionados obtener imágenes mucho mejores de vasos sanguíneos y otros tejidos corporales para realizar diagnósticos y para investigación (fuente: agencia SYNC).



Pronóstico meteorológico inmediato en lugar exacto

¿Te ha pasado que ves en la televisión el pronóstico del tiempo y dejas de hacer alguna actividad o cambias tus planes por lo que ahí dijeron y luego no sucede lo que pronosticaron?, a mí sí, muchas veces. Pues eso está cerca de terminar, ya que una aplicación desarrollada en Brasil, llamada de SOS Chuva (chuva es lluvia en portugués), podrá informarle a la población en nivel local la posibilidad de que se produzcan lluvias o tormentas en la ubicación exacta en donde una persona se encuentra.

Éste es el llamado pronóstico inmediato que, a diferencia del pronóstico del tiempo convencional, logra informar acerca de la incidencia de lluvias, granizo o tormentas con una precisión de un kilómetro y una antelación de entre 30 minutos a seis horas. Desde oc-



tubre pasado, la aplicación SOS Chuva puede bajarse gratuitamente en smartphones, y ya cuenta con más de 60 mil usuarios.

El desarrollo de esta herramienta estuvo a cargo de científicos del Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (Inpe, por sus siglas en portugués) de Brasil, en colaboración con la Universidad de Campinas (Unicamp), la Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq) y el Instituto de Astronomía, Geofísica y Ciencias Atmosféricas, estos dos últimos pertenecientes a la Universidad de São Paulo (USP).

Para efectuar el pronóstico inmediato, el proyecto cuenta con un radar meteorológico de doble polarización adquirido con el apoyo de la Fundación de Apoyo a la Investigación Científica del Estado de São Paulo (FAPESP) e instalado en el Centro de Investigaciones Meteorológicas y Climáticas Aplicadas a la Agricultura de la Universidad de Campinas (Cepagri-Unicamp).

El pronóstico del tiempo convencional requiere de datos recabados con base en imágenes obtenidas vía satélite, de la existencia de estaciones meteorológicas y también de la interpolación de esos datos. En tanto, para obtener los datos con una precisión de un kilómetro de distancia, el radar de doble polarización trabaja mediante la emisión y la reflexión de longitudes de onda.

Al emitir un haz de energía, obtiene la reflectividad, una medida de la reflexión del haz emitido por el radar al chocarse con un obstáculo, tal como una gota de nube, por ejemplo. La señal retorna entonces al radar y, de este modo, es posible mapear el lugar exacto donde va a llover.

Para efectuar el pronóstico inmediato de todo el estado de São Paulo, el proyecto SOS Chuva cuenta también con la información de otros cuatro radares instalados en los municipios de Bauru, Presidente Prudente, São Paulo y también en el estado de Río de Janeiro.

Con la ayuda del radar de doble polarización, los investigadores logran acceder a una visión tridimensional de las nubes y seguir la velocidad con la cual las mismas se propagan. De este modo, es posible analizar

otros parámetros, tales como la acumulación de cristales de hielo dentro de las nubes o los llamados intrarrayos, rayos existentes dentro de las nubes que indican de la existencia de granizo.

La aplicación SOS Chuva puede bajarse en App Store (iOS) y en Google Play Store (Android), por el momento es efectiva sólo en el país sudamericano, pero esperamos que con el tiempo sea una más de las apps que descargamos en nuestros celulares (Fuente: Agência FAPESP/DICYT).



Nuevo “sudoku” para perros mayores

Decía mi abuelito que “chango viejo no aprende ma-roma nueva”, y esto puede aplicarse a esta nota, pero en lugar de mono, diríamos perros. Mucha gente cree que estos animalitos entre más edad, tienen menos capacidad de aprender. Sin embargo, Lisa Wallis, del Senior Family Dog Project de la Universidad ELTE (Budapest, Hungría), asegura que a pesar de las limitaciones físicas, los perros mayores son capaces de seguir aprendiendo, lo que puede ralentizar el ritmo natural del deterioro mental debido a la vejez. Pero, contrariamente a los cachorros y a los ejemplares más jóvenes, a los canes viejos no se les estimula mentalmente porque al moverse cada vez menos, inconscientemente reducimos el nivel de entrenamiento.

Para seguir ofreciendo desafíos a los canes mayores, el equipo científico, liderado por la Universidad de Medicina Veterinaria de Viena (Austria), propone una serie de juegos por ordenador como alternativa, uniendo tareas mentales simples con un sistema de recompensa.

Según los autores del estudio publicado en la revista *ACM Digital Library*, estos ejercicios mentales podrían reemplazar una actividad física demasiado exigente para estas mascotas mayores. Pero por ahora, el proyecto está aún en el laboratorio.



El entrenamiento, que requiere cierta preparación por parte de las mascotas, se basa en la resolución de rompecabezas a través de pantallas táctiles. Una vez que los animales entienden y se acostumbran al funcionamiento se convierten en fervientes jugadores.

Durante el envejecimiento, las mascotas tienden a olvidar lentamente lo que han aprendido a lo largo de su vida. Pero los científicos aún no saben si esto se debe a los efectos de la edad. La propuesta de juegos a través de pantallas táctiles podría contrarrestar así esta falta de memoria. Los juegos, basados en tareas simples, no sólo les estimulan mentalmente, sino que también crean en ellos emociones gracias a la interacción y la recompensa.

Los autores esperan que este estudio motive a técnicos y desarrolladores de software, y a los dueños de perros interesados (fuente: SINC).

Crean supercalabaza

¿Recuerdas haber visto algún episodio de caricaturas en el que se hablara de la gran calabaza? Con seguridad dirás que sí, pues muchas series han tocado este tema, sobre todo en la época de Halloween, alguna calabaza que se convierte en monstruo o algo parecido. Pues bien, de la calabaza que te hablaré aquí no es ninguna con superfuerza o con piernas y manos, es más bien un alimento que puede combatir la anemia, una afección por la cual la cifra de hemoglobina está disminuida en los glóbulos rojos.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) “la prevalencia de anemia alcanza a 800 millones de niños y mujeres a nivel mundial, afectando principalmente a niños y mujeres embarazadas y en edad reproductiva”. La anemia se produce cuando la sangre no transporta suficiente oxígeno, y la causa más común de anemia es no tener suficiente hierro. El cuerpo necesita este mineral para producir hemoglobina que es una proteína rica en hierro que da a la sangre su color rojo y transporta oxígeno desde los pulmones al resto del organismo.

De esta premisa partieron la Dra. Marina de Escalada Pla, directora del proyecto e investigadora adjunta del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET, Argentina) en el Instituto de Tecnología de Alimentos y Procesos Químicos (ITA-PROQ, CONICET-UBA) junto a la Dra. Silvia Flores, investigadora del CONICET, la Dra. Carolina Genevois, becaria posdoctoral del Consejo y la Ing. Adriana Castellanos, becaria doctoral de la Universidad de Buenos Aires (UBA).

El proyecto “Desarrollo de un alimento a base de calabaza fortificada con hierro y probióticos” les valió una Mención Especial de Fundación Arcor. “En el marco de la tesis doctoral de Carolina –Genevois–, la nutricionista del equipo, se formuló un alimento a base de calabaza fortificada con hierro y probióticos, destinado a la población anémica por déficit de este mineral”, explica de Escalada Pla, quien desde 2006 investiga el tejido de calabaza.

Una de las estrategias más sustentables y costo-efectiva a largo plazo contra la anemia por deficiencia de hierro es la fortificación de alimentos. Sin embargo, se presentan obstáculos tecnológicos y nutricionales como reducir los cambios organolépticos indeseables en el alimento vehículo, utilizar compuestos que absorban eficientemente, y sobreponerse al efecto inhibitorio que ejercen otros componentes de la dieta sobre la absorción del mineral en el tracto intestinal.

Por un lado, el proyecto propone evaluar la factibilidad de una etapa de escalado del proceso de elaboración de un producto listo para consumir a base de calabaza fortificada con hierro y probióticos en simultáneo y, por otro, profundizar aspectos nutricionales relacionados al efecto de la presencia del probiótico sobre la bioaccesibilidad del hierro.

En el laboratorio se logró implementar esta estrategia hasta lotes de casi 300 g. Para ello se utilizó zapallo anquito o calabaza *Cucurbita moschata* que es una hortaliza que se consume durante todo el año, en todos los estratos sociales y todas las edades. La fortificación con hierro se realizó mediante una impregnación en seco y la vehiculización de *Lactobacillus casei* (ATCC-393) a través de la aplicación de una cobertura comestible (CC) en base a hidroxipropil metilcelulosa (HPMC).

La impregnación en seco permitió fortificar la matriz de calabaza casi 12 veces respecto al contenido de hierro de la materia prima original, presentando una cantidad final de 35 ± 8 mg de hierro/100 g de calabaza. La bioaccesibilidad del mineral, que se refiere a la liberación del hierro de la matriz alimenticia, presentó un valor de 50% mientras que este parámetro mejoró notablemente con la presencia del probiótico en la CC, alcanzando un valor de 61%.

En resumen, una porción de aproximadamente 25 g del alimento a base de calabaza fortificado con hierro y *L. casei* aporta un contenido de hierro superior a 30% de la RNIs, y una concentración de probióticos por encima de la concentración mínima establecida por la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT) para que un producto sea considerado probiótico al momento del consumo (fuente: CONICET/DICYT).



Alejandro Carreón Pérez

Ingeniero agrónomo fitotecnista por la UAT. Maestro en Ciencias de los Suelos por la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Doctor en Ciencias Agropecuarias por la UAM y en Ciencias por la UAT.

Ana Liviere Vargas Vizuet

Licenciada en Etnología por la ENAH. Diplomada en Antropología Médica por la UNAM. Maestra en Historia por la BUAP. Desarrolla un proyecto de antropología en salud en Teziutlán, Puebla, México.

Armando V. Flores Salazar

Licenciado en Arquitectura, especialista en diseño arquitectónico y maestro en Ciencias por la UANL. Doctorado en Arquitectura por la UAM. Es maestro de tiempo completo y exclusivo en la Farq-UANL. Sus líneas de investigación son los objetos arquitectónicos como objetos culturales, con subtemas como lectura arquitectónica y la arquitectura como documento histórico. Es miembro del SNI, nivel II.

Carlos Alberto Lobato Tapia

Químico farmacéutico biólogo, doctor en Ciencias Biomédicas por la Universidad Veracruzana. Estancia de investigación en el Departamento de Productos Naturales y Agrobiología del CSIC en España. Estancia posdoctoral en el Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán. Trabaja en el Complejo Regional Nororiental de la BUAP, en el estudio de extractos y compuestos bioactivos de productos naturales propios de la región.

Celia Guadalupe Rodríguez Barrientos

Licenciada en Educación, con acentuación en Planeación y Desarrollo Educativo, maestra en Psicología Laboral y Organizacional por la UANL. Asistente de la Dirección de Desarrollo de Proyectos de la Secretaría de Sustentabilidad-UANL.

Emma Cerda Pérez

Comunicóloga y maestra en Ciencias de la Comunicación por la UANL. Candidata a doctora en Filosofía, con orientación en Educación y Comunicación Educativa, por la UANL. Profesora investigadora para del Centro de Investigación para la Comunicación. Catedrática con perfil Promep. Miembro del cuerpo académico consolidado “Estudios de Cultura, Comunicación y Tecnologías de la Información”.

Héctor Rodríguez Moran

Ingeniero agrónomo por la UAT. Maestro en Producción Vegetal y Ecosistemas Agroforestales por la Universidad Politécnica de Valencia. Catedrático Conacyt en la UAT.

Javier Aguilar Pérez

Licenciado en Biología por la UAQ. Maestro en Ciencias Geológicas por la UANL. Doctor en Geología por el Departament de Geologia de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), España. Posdoctorado por la UANL. Profesor titular A de tiempo completo y exclusivo en la FCT-UANL. Especialista en rudistas (bivalvos fósiles) del Cretácico Inferior, bioestratigrafía y correlación del grupo. Miembro del Cuerpo Académico “UANL-CA-269-Cuenca Sedimentarias de México”, asignado a la LGAC: Paleontología-Estratigrafía. Perfil Promep.

Javier Leal Iga

Ingeniero civil, maestro en Ciencias en Ingeniería Ambiental y doctor en Ingeniería Eléctrica, con especialidad en Control de Sistemas, por la UANL. Profesor investigador de tiempo completo en la FIC-UANL. Líneas de investigación: energía, sustentabilidad, medio ambiente. Tiene perfil Prodep. Miembro del SNI, nivel candidato.

Jesús Guillermo Hernández Martínez

Estudiante de la Maestría en Ciencias, Sistemas Agropecuarios y Medio Ambiente, de la UAT.

José Gregorio Jr. Alvarado Pérez

Licenciado en Ciencias de la Comunicación, con acentuación en Información, maestro en Ciencias de la Comunicación, con especialidad en Administración de Nuevas Tecnologías, por la UANL. Candidato a doctor en Filosofía, con orientación en Educación y Comunicación Educativa, por la UANL. Profesor en la FCC-UANL. Investigador en el Centro de Investigación para la Comunicación. Colaborador en el cuerpo académico consolidado “Estudios de Cultura, Comunicación y Tecnologías de la Información” de la FCC-UANL.

Laura Pinto Araujo

Profesora en Filosofía por el IPA, Uruguay. Maestra y doctora en Filosofía por la UNAM. Profesora investigadora de tiempo completo en la BUAP. Responsable del área de Fundamentos Teóricos de la Educación en la Licenciatura en Procesos Educativos. Principal línea de investigación: filosofía de la educación. Miembro del Cuerpo Académico Pedagogía Social y orientación Educativa y del padrón de investigadores VIEP. Cuenta con perfil Prodep.

Luis Enrique Gómez Vanegas

Licenciado en Letras Hispánicas por la UANL. Diplomado en periodismo científico por la FCC-UANL. Autor del libro *Soledades*. Corrector y gestor editorial de la revista *Ciencia UANL* y corrector de Entorno Universitario, de la Preparatoria 16-UANL.

Luis Miguel Franco Caballero

Licenciado en Ingeniería Electrónica por la UR. Maestro en Ciencias en Gestión e Innovación en Diseño por la UANL. Ingeniero de diseño de productos en Siemens planta Monterrey. Líneas de investigación: diseño industrial, ergonomía, procesos e inventiva.

María Magdalena Salinas Rodríguez

Bióloga, maestra en Ciencias Forestales y doctora en Ciencias, con orientación en Manejo de Recursos Naturales, por la UANL. Profesora en la FCN-UAQ.

Mario Rocandio Rodríguez

Ingeniero agrónomo en Producción por la UAEM. Maestro y doctor en Ciencias, con especialidad en Genética Vegetal, por el Colegio de Posgraduados. Profesor investigador en la Instituto de Ecología Aplicada-UAT.

Melissa del Carmen Martínez Torres

Licenciada en Letras Hispánicas por la UANL. Consejera distrital en el INE. Coeditora de la revista *Ciencia UANL*.

Óscar Alberto Aguirre Calderón

Ingeniero agrónomo, con especialidad en Bosques, por la Universidad Autónoma Chapingo. Doctor en Ciencias Forestales por la Universidad de Göttingen, Alemania. Su área de investigación es el manejo de recursos forestales. Miembro del SNI, nivel II.

Pamela Anabel Canizales Velázquez

Bióloga, maestra en Ciencias Forestales y candidata a doctora en Ciencias, con especialidad en Manejo de Recursos Naturales, por la UANL. Sus líneas de investigación son estructura de ecosistemas forestales, dendroecología y ecología forestal.

Patricia Liliana Cerda Pérez

Comunicóloga por la UANL. Licenciada y doctora en Ciencias de la Información por la Universidad Complutense de Madrid. Coordinadora del Centro de Investigación para la Comunicación de la FCC-UANL. Miembro del SNI, nivel II. Perfil Promep.

Pedro César Cantú Martínez

Doctor en ciencias biológicas. Trabaja en la FCB-UANL y participa en el IINSO-UANL. Su área de interés profesional se refiere a aspectos sobre la calidad de vida e indicadores de sustentabilidad ambiental. Fundador de la revista *Salud Pública y Nutrición (RESPyN)*. Miembro del Comité Editorial de Artemisa del Centro de Información para Decisiones en Salud Pública de México.

Rafael Delgado Martínez

Ingeniero agrónomo fitotecnista y maestro en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales, en el área de Mejoramiento Genético y Sanidad Vegetal, por la UAEM. Doctor en Ciencias, programa de Botánica, por el Colegio de Posgraduados. Profesor investigador de la UAT. Candidato al SNI.

Raúl Gerardo Medina Pedraza

Ingeniero geólogo y candidato a maestro en Ciencias Geológicas por la UANL. Sperry Drilling Services-Halliburton. Especialista en microfacies de rocas carbonatadas, estratigrafía, sedimentología y geología petrolera.

Wilberth Alfredo Poot-Poot

Licenciado en Química Industrial por la UAY. Maestro en Ciencias, con especialidad en Ingeniería Bioquímica, por el Instituto Tecnológico de Mérida Yucatán. Doctor en Ciencias y Biotecnología de Plantas por el Centro de Investigación Científica de Yucatán. Posdoctorado en el Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada de la Universidad Veracruzana. Profesor de tiempo completo en la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la UAT. Integrante del Cuerpo Académico Sistemas de Producción de Frutales y Hortalizas en consolidación por la Dirección de Superación Académica. Responsable del Laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la UAT.

Yolanda Pichardo Barrón

Licenciada en Biología por la UAQ. Maestra en Ciencias Geológicas por la UANL. Doctora en Geología por el Departament de Geologia de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), España. Posdoctorada por la UANL. Profesora titular A de tiempo completo y exclusivo en la FCT-UANL. Especialista en microfacies de rocas carbonatadas, micropaleontología, estratigrafía. Miembro del Cuerpo Académico "UANL-CA-269-Cuencas Sedimentarias de México", asignada a la LGAC: Paleontología-Estratigrafía.



INFORMACIÓN PARA LOS AUTORES

La revista Ciencia UANL tiene como propósito difundir y divulgar la producción científica, tecnológica y de conocimiento en los ámbitos académico, científico, tecnológico, social y empresarial.

En sus páginas se presentan avances de investigación científica, desarrollo tecnológico y artículos de divulgación en cualquiera de las siguientes áreas: ciencias exactas, ciencias de la salud, ciencias agropecuarias, ciencias naturales, humanidades, ciencias sociales, ingeniería y tecnología y ciencias de la tierra. Asimismo, se incluyen artículos de difusión sobre temas diversos que van de las ciencias naturales y exactas a las ciencias sociales y las humanidades.

Las colaboraciones deberán estar escritas en un lenguaje claro, didáctico y accesible, correspondiente al público objetivo; no se aceptarán trabajos que no cumplan con los criterios y lineamientos indicados, según sea el caso se deben seguir los siguientes criterios editoriales.

Criterios editoriales (difusión)

- Sólo se aceptan artículos originales, entendiendo por ello que el contenido sea producto del trabajo directo y que una versión similar no se haya publicado o enviado a otras revistas.
- Se aceptarán artículos con un máximo de cinco autores, en caso de excederse se analizará si corresponde con el esfuerzo detectado en la investigación.
- El artículo debe ofrecer una panorámica clara del campo temático.
- Debe considerarse la experiencia nacional y local, si la hubiera.
- No se aceptan reportes de mediciones. Los artículos deben contener la presentación de resultados de medición y su comparación, también deben presentar un análisis detallado de los mismos, un desarrollo metodológico original, una manipulación nueva de la materia o ser de gran impacto y novedad social.
- Sólo se aceptan modelos matemáticos si son validados experimentalmente por el autor.
- No se aceptarán trabajos basados en encuestas de opinión o entrevistas, a menos que aunadas a ellas se realicen mediciones y se efectúe un análisis de correlación para su validación.
- Para su consideración editorial, el autor deberá enviar el artículo vía electrónica en formato .doc de Word, así como el material gráfico (máximo cinco figuras, incluyendo tablas), fichas biográficas de cada autor de máximo 100 palabras y carta firmada por todos los autores (formato en página web) que certifique la originalidad del artículo y cedan derechos de autor a favor de la UANL.
- Los originales deberán tener una extensión máxima de cinco páginas (incluyendo figuras y tablas).
- Se incluirá un resumen en inglés y español, no mayor de 100 palabras, incluir cinco palabras clave.
- Las referencias se deberá utilizar el formato Harvard para citación.
- Material gráfico incluye figuras, imágenes y tablas, todas las imágenes deberán ser de al menos 300 DPI.

Criterios editoriales (divulgación)

- Sólo se reciben para su publicación materiales originales e inéditos. Los autores, al enviar su trabajo, deberán manifestar que es original y que no ha sido postulado en otra publicación.
- Se aceptarán artículos con un máximo de tres autores.
- Los contenidos científicos y técnicos tienen que ser conceptualmente correctos y presentados de una manera original y creativa.
- Todos los trabajos deberán ser de carácter académico. Se debe buscar que tengan un interés que rebase los límites de una institución o programa particular.
- Tendrán siempre preferencia los artículos que versen sobre temas relacionados con el objetivo, cobertura temática o lectores a los que se dirige la revista.
- Para su mejor manejo y lectura, cada artículo debe incluir una introducción al tema, posteriormente desarrollarlo y finalmente plantear conclusiones. Se recomienda sugerir bibliografía breve, para dar al lector posibilidad de profundizar en el tema. El formato no maneja notas a pie de página.
- Las referencias no deben extenderse innecesariamente, por lo que sólo se incluirán las referencias citadas en el texto.
- Los artículos deberán tener una extensión máxima de cinco cuartillas y una mínima de tres, incluyendo tablas, figuras y bibliografía. En casos excepcionales, se podrá concertar con el editor responsable de Ciencia UANL una extensión superior, la cual será sometida a la aprobación del Consejo Editorial.
- Las figuras, dibujos, fotografías o imágenes digitales deberán ser de al menos 300 DPI.
- En el caso de una reseña para nuestra sección Al pie de la letra, la extensión máxima será de dos cuartillas, deberá incluir la ficha bibliográfica completa, una imagen de la portada del libro, por la naturaleza de la sección no se aceptan referencias.
- El artículo deberá contener claramente los siguientes datos en la primera cuartilla: título del trabajo, autor(es), institución y departamento de adscripción laboral (en el caso de estudiantes sin adscripción laboral, referir la institución donde realizan sus estudios), dirección de correo electrónico para contacto.

*Nota importante: todas las colaboraciones, sin excepción, serán evaluadas. Todos los textos son sometidos a revisión y los editores no se obligan a publicarlos sólo por recibirlos. Una vez aprobados, los autores aceptan la corrección de textos y la revisión de estilo para mantener criterios de uniformidad de la revista.

Todos los artículos deberán remitirse a la dirección de correo:

revista.ciencia@uanl.mx

o bien al siguiente dirección:

Revista *CiENCiAUANL*
Dirección de Investigación,
Av. Manuel L. Barragán,
Col. Hogares Ferrocarrileros,
C.P. 64290, Monterrey,
Nuevo León, México.

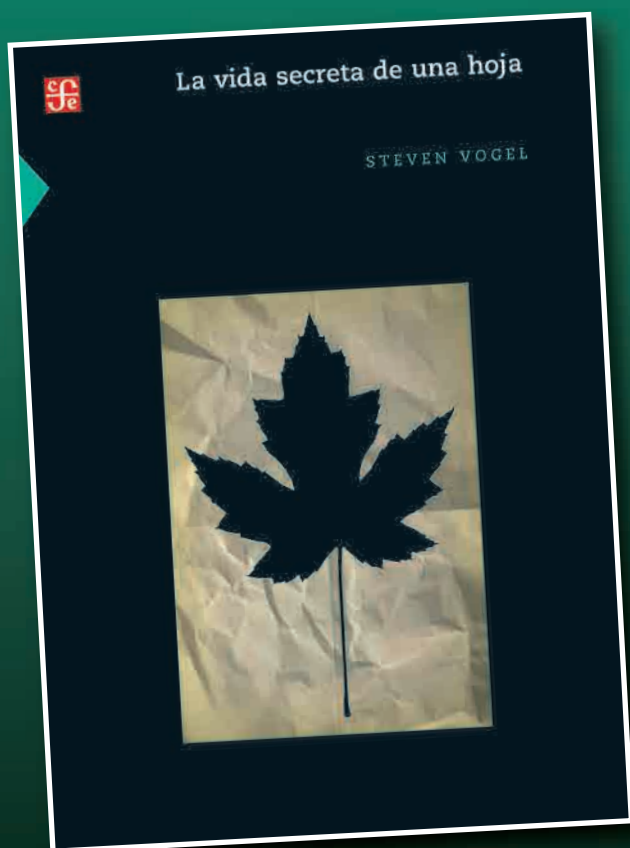
Para cualquier comentario o duda estamos a disposición de los interesados en:

Tel: (5281)8329-4236
<http://www.cienciauanl.uanl.mx/>

Colección Ciencia y Tecnología

La vida secreta de una hoja

Steven Vogel



Steven Vogel se adentra en el fascinante mundo de la ciencia a través de una presentación detallada de los aspectos físicos, biológicos y químicos de las hojas de los árboles y las plantas en los niveles micro y macroscópico. De esta manera muestra cómo el estudio de este organismo puede ayudar a comprender los fenómenos naturales que suceden en todo su ecosistema y la manera en que afectan a quienes vive en él.

Traducción de Mariana Hernández Cruz



www.fondodeculturaeconomica.com
www.lacienciaparatodos.mx

SÍGUENOS EN 
Leamos La Ciencia para Todos



LEAMOS LA CIENCIA PARA TODOS

¿TE INTERESA LA CIENCIA?

¿Tienes entre 12 y 25 años de edad o eres profesor en activo?

El Fondo de Cultura Económica te invita a participar en el
XV Concurso Leamos La Ciencia para Todos

Lee alguno de los 250 títulos de la colección La Ciencia para Todos
y escribe un resumen, una reseña, un ensayo o un ensayo didáctico

Podrás ganar

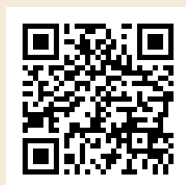
- Premios en efectivo
- Becas del Verano de la Investigación Científica
- Libros
- Visitas a centros de investigación

¡Vive a Fondo la experiencia!

Consulta la convocatoria en

www.lacienciaparatodos.mx

Cierre de la convocatoria
25 de junio de 2018



www.fondodeculturaeconomica.com

Libros disponibles en la Red Nacional de Bibliotecas Públicas del país,
y también a la venta en librerías y plataformas electrónicas



ASTRONOMÍA



BIOLOGÍA



CIENCIAS APLICADAS



CIENCIAS DE LA TIERRA



CIENCIAS DEL MAR



ECOLOGÍA



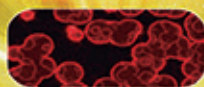
FÍSICA



MATEMÁTICAS



QUÍMICA



SALUD



VARIA



LA CIENCIA EN TUS MANOS

CONÓCELA

www.lacienciaparatodos.mx



Indexada en:



ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

