

100 años
1917-2017

UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
Cuna de héroes, crisol de pensadores

ISSN-2007-7041

Saber Más

Revista de Divulgación

de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



¿Luz en las profundidades del océano?

Un descubrimiento para la biomedicina



Entrevista a Héctor T. Arita,
Profesor-Investigador del Instituto de Ecología de la UNAM
y en la Facultad de Ciencias de la UNAM

Año 6 / No. 36 / Noviembre-Diciembre / 2017
Morelia, Michoacán, México
U.M.S.N.H.

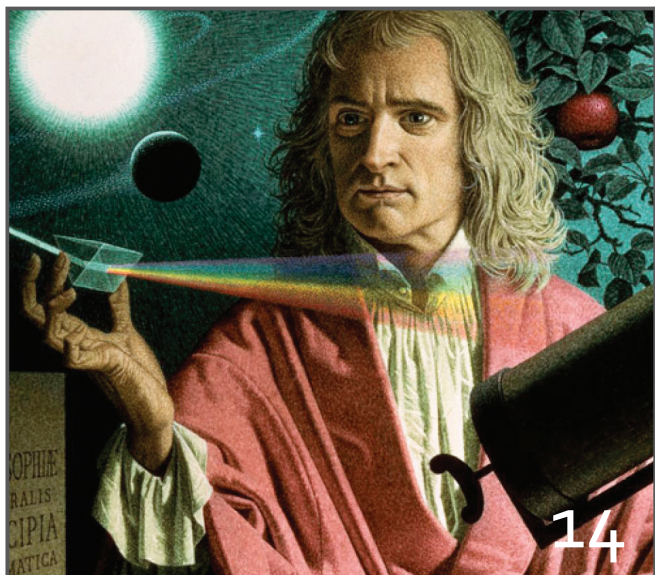
ISSN 2007-7041



- El tercero en discordia
- ¿Zonas de nuestro país que no son mexicanas?
- Un recurso milenario del centro de México
- Tú cáncer yo libra
- La energía de la vida

Contenido

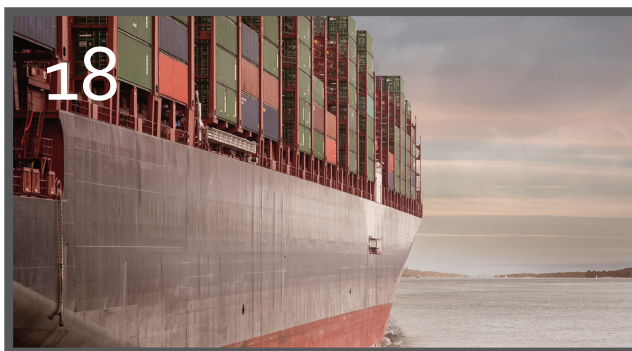
26



14



32



18



21



37

Entérate

- Premios Nobel de Ciencia 2017 5
- Bio-adhesivo cicatrizante 7
- 25 años de la revista *Ciencia Nicolaita* 9

Entrevista

- Héctor T. Arita 10

Artículos

- El tercero en discordia 14
- ¿Zonas de nuestro país que no son mexicanas? 18
- Un recurso milenario del centro de México 21
- ¿Luz en las profundidades del océano? 26**
- Tú cáncer yo libra 32
- La energía de la vida 37
- Tecnología
- Nanosatélites, la nueva tendencia en el espacio 41
- Una probada de ciencia**
- El problema de las tres cuerpos 44
- Ciencia en pocas palabras**
- Números reales: una mirada al infinito 47
- La ciencia en el cine**
- La forma del agua 49
- Experimenta
- Crea tu propio Caleidoscopio 52



Rector

Dr. Medardo Serna González

Secretario General

Dr. Salvador García Espinoza

Secretario Académico

Dr. Jaime Espino Valencia

Secretario Administrativo

Dr. José Apolinar Cortés

Secretario de Difusión Cultural

Dra. Norma Elena Gaona Farías

Secretario Auxiliar

Dr. Héctor Pérez Pintor

Abogada General

Lic. Ana María Teresa Malacara Salgado

Tesorero

C.P. Adolfo Ramos Álvarez

Coordinadora de la Investigación Científica

Dra. Ileri Suazo Ortuño

SABER MÁS REVISTA DE DIVULGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO, Año 6, No. 36, Noviembre-Diciembre, es una Publicación bimestral editada por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo a través de la Coordinación de la Investigación Científica, Av. Francisco J. Mújica, s/n, Ciudad Universitaria, C.P. 58030, Tel. y Fax (443) 316 74 36, www.sabermas.umich.mx, sabermasumich@gmail.com. Editor: Horacio Cano Camacho. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2013-072913143400-203, ISSN: 2007-7041, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Departamento de Informática de la Coordinación de la Investigación Científica, C.P. Hugo César Guzmán Rivera, Av. Francisco J. Mújica, s/n, Ciudad Universitaria, C.P. 58030, Tel. y Fax (443) 316-7436, fecha de última modificación, 06 de noviembre de 2017.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Esta revista puede ser reproducida con fines no lucrativos, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica. De otra forma requiere permiso previo por escrito de la institución y del autor.



Director

Dr. Rafael Salgado Garciglia
Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas,
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia,
Michoacán. México.

Editor

Dr. Horacio Cano Camacho
Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología,
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia,
Michoacán. México.

Comité Editorial

Dra. Ileri Suazo Ortuño
Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales,
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia,
Michoacán. México.

Dra. Vanessa González Covarrubias
Área de farmacogenómica, Instituto Nacional de Medicina
Genómica, México, D.F.

Dra. Ek del Val de Gortari
IIES-Universidad Nacional Autónoma de México,
Campus Morelia.

M.C. Ana Claudia Nepote González
ENES-Universidad Nacional Autónoma de México,
Campus Morelia.

Dr. Luis Manuel Villaseñor Cedejas
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Puebla, Puebla, México.

Dr. Juan Carlos Arteaga Velázquez
Instituto de Física y Matemáticas, Universidad Michoacana
de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán. México.

Asistente de Edición

L.C.C. Roberto Carlos Martínez Trujillo
C.P. Hugo César Guzmán Rivera
Fernando Covián Mendoza
M. C. Cederik León De León Acuña

Diseño

L.C.C. Roberto Carlos Martínez Trujillo
C.P. Hugo César Guzmán Rivera
M.D.G. Irena Medina Sapovalova

Correctores

Edén Saraí Barrales Martínez

Administrador de Sitio Web

C.P. Hugo César Guzmán Rivera

Podcast

M. C. Cederik León De León Acuña
Mtro. Luis Wence Aviña
Mtra. Alejandra Zavala Pickett

Editorial

Legamos a finales de año y en la revista nos preparamos para cerrar un ciclo más. No es un final cualquiera. En realidad hay varias noticia interesantes que compartir, comenzando por los famosos Premios Nobel. Por esta época se anuncian y semanas después son otorgados en una ceremonia muy solemne. Al común de los mortales solo nos queda enterarnos por las noticias. Y claro, por la controversia que genera su asignación. A pesar de ser un premio otorgado por una fundación privada, que sigue las reglas marcadas por ellos mismos y usa los criterios de los miembros de los jurados respectivos, como que en el mundo nos sentimos con derecho a opinar y casi siempre se formará una controversia en muchos de ellos, en particular el de literatura, el de la paz y un poco menos el de economía. Los de ciencias se escapan un poco, aunque no están exentos dentro de las comunidades científicas. Tal vez por que no son temas fáciles y los medios no les dan tanta importancia, se salvan de las discusiones interminables de si son merecidos, si hay mejores candidatos, si no son tan políticamente correctos. En fin, que Saber Más te orienta en este número informando a quién se le otorga y por qué. Ya ustedes decidirán si es merecido o no. Claro, nos limitamos a los premios de ciencias.

Por estos días hay un aniversario que en Saber Más nos llena de gusto. Se trata de Ciencia Nicolaita, nuestra revista hermana de la Universidad Michoacana que este año está de manteles largo por cumplir 25 años de labor ininterrumpida comunicando lo que los investigadores de nuestra universidad hacen en su labor científica. No es un aniversario menor. Ciencia Nicolaita ha crecido y consolidado a la par que la investigación en nuestra universidad. Y ello es digno de comunicarse.

En este número presentamos una entrevista con un excelente investigador y divulgador de la ciencia. Se trata del Dr. Héctor Arita quien nos habla de su trabajo científico y sus intereses extras. Hace unos días nos habló en la Universidad de las extinciones de organismos, este fenómeno tan natural, pero que puede revestir elementos catastróficos cuando se acelera o desencadena por las actividades humanas. Lean la entrevista y reflexionen...

Como en la sección Una probada de ciencia recomendamos la lectura de un libro excepcional de ciencia ficción "El problema de los tres cuerpos" de Cixin Liu y este trata de un problema de la física, le pedimos a un experto que nos explique con más detalle este divertimento científico. Entonces, a la par que lees la recomendación del libro, te invitamos a enterarte los entretelones de la realidad del problema de conocimiento. Divertido...esperamos.

Los michoacanos nos sentimos muy orgullosos de nuestro pescado. De hecho Michoacán significa, en lengua náhuatl, lugar de peces y hace referencia la famoso pez blanco, un recurso milenario del centro de México y verdadera especie bandera que por desgracia se encuentra sometida a muchas presiones que ponen en riesgo su existencia misma. Lea este artículo, resulta fundamental.

Tenemos otro artículo sobre la bioluminiscencia, ese fenómeno tan impresionante. Aquí nos explican su naturaleza y su función en condiciones naturales. De verdad nos iluminará. Y claro, no todo es felicidad. También tenemos un artículo sobre esa terrible enfermedad del cáncer. Qué es, cómo se origina, qué lo origina. No nos viene mal tener información.

En fin, muchos artículos muy interesantes todos y por supuesto, nuestras secciones fijas de libros, cine, tecnología, experimentos, definiciones. Como siempre, un mundo de información para saber más del mundo de la ciencia. Te esperamos y de antemano deseamos felices fiestas de fin de año.

Horacio Cano Camacho
Editor



Entérate

PREMIOS NOBEL DE CIENCIAS 2017

FÍSICA
Concepción del detector de ondas gravitacionales LIGO

Rainer Weiss
Kip S. Thorne
Barry C. Barish

QUÍMICA
Técnica de criomicroscopía electrónica

Richard Henderson
Jacques Dubochet
Joachim Frank

MEDICINA
Mecanismos de control molecular del reloj biológico de los seres vivos

Michael Rosbash
Jeffrey C. Hall
Michael W. Young

Este mes de diciembre se hará la entrega de Los Premios Nobel, en una ceremonia que se celebra cada año el día 10 de diciembre, fecha en la que se conmemora el fallecimiento del inventor sueco Alfred Nobel cuyo apellido da nombre a estos galardones. Los Premios Nobel de Ciencias, el de Física, el de Química y el de Medicina se otorgarán en Estocolmo (Suecia) por la Real Academia Sueca de Ciencias.

«Alfred Nobel (1833-1896) fue un químico, ingeniero y empresario sueco. Es el inventor de la dinamita, además registró otras 350 patentes. Su inmensa fortuna la destinó a los Premios Nobel, que se instituyeron en 1895 como su última voluntad para premiar a los mejores exponentes de la literatura, medicina, física, química y paz»

Premio Nobel de Química.- Este año los ganadores del Premio Nobel de Química de 2017 son Jacques Dubochet (Aigle, Suiza), Joachim Frank (Siegen, Alemania) y Richard Henderson (Edimburgo, Reino Unido) por su aportación al desarrollo de tecnologías para generar imágenes tridimensionales de las moléculas de la vida, que consiste en haber implementado técnicas de criomicroscopía electrónica para la determinación a alta resolución de la estructura de biomoléculas en una solución. Con esta tecnología las imágenes en dos dimensiones se transforman en claras estructuras en 3D, enfriando el agua a temperaturas ultra bajas alrededor de las muestras biológicas, con la que es posible ahora obtener una estructura de una molécula bacteriana a una resolución atómica.

Premio Nobel de Física.- Los científicos Rainer Weiss, del Instituto de Tecnológico de Massachusetts (EE.UU.), Barry C. Barish y Kip S. Thorne, ambos del Instituto de Tecnología de California (Caltech, EE.UU.), considerados los padres del LIGO (Observatorio de Ondas Gravitacionales por Interferometría Láser), fueron galardonados con el Premio Nobel de Física, por sus investigaciones de observación directa de las ondas gravitacionales. Estas vibraciones cósmicas se detectaron por primera vez el 14 de septiembre de 2015, fenómeno que Albert Einstein había predicho un siglo antes en su Teoría General de la Relatividad. Los tres físicos realizan sus investigaciones en la Colaboración Científica LIGO y Virgo, que une a los detectores del LIGO localizados en Livingston (Louisiana) y Hanford (Washington) y el detector franco-italiano VIRGO, localizado cerca de Pisa (Italia). También fueron reconocidos este año, junto al proyecto LIGO, con el Premio Princesa de Asturias (España) de Investigación Científica y Técnica.

Premio Nobel de Medicina.- Este premio lo ganaron los científicos estadounidenses Jeffrey C. Hall, Michael Rosbash y Michael W. Young, cuyas investigaciones han sido relevantes en el reloj biológico de los seres vivos. Ellos descubrieron los mecanismos moleculares que regulan el ritmo circadiano de animales y plantas, estudiando la adaptación de su ritmo o reloj biológico con las rotaciones de la Tierra. Este reloj es el responsable de que nos adaptemos a las distintas fases del día, que se denomina ciclo circadiano, regulando desde la conducta a los niveles hormonales, la temperatura corporal o el metabolismo. En sus investigaciones, aislaron el gen que controla el ritmo biológico diario al codificar una proteína que se acumula en las células durante la noche y se degrada durante el día.

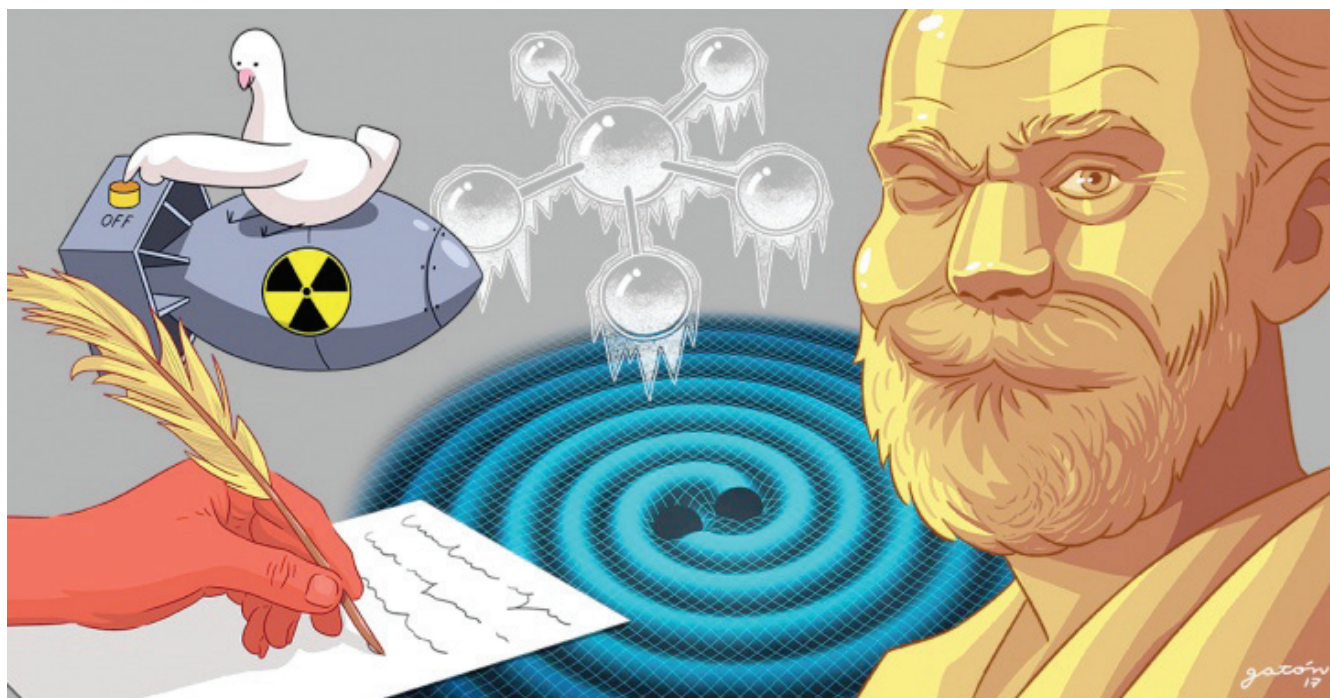


Imagen: César Mejías/ <http://www.eldefinido.cl/>

Entérate



Bio-adhesivo cicatrizante

Debido a la continua búsqueda de elementos naturales para estudios científicos, tecnológicos y de innovación, la naturaleza sigue brindando nuevos descubrimientos a través de la ciencia básica para aplicar los resultados en la generación de productos. Ahora es el caso de un bio-adhesivo o pegamento eficiente para curar heridas, elaborado a partir de estudios realizados con una pequeña criatura rastrera que habita en los jardines y que muchas veces se come partes de las plantas, la muy conocida babosa o tlaconete (*Arion subfuscus*).

Este molusco gasterópodo al igual que otras especies de *Arion*, liberan una sustancia pegajosa, sobre todo cuando se enfrentan a una situación de estrés, que les sirve de defensa, para desplazarse en suelos o superficies poco húmedos, pero que las mantiene adheridas fuertemente aun cuando están en alta humedad. Por esta última característica, un equipo de científicos del Instituto Wyss y de la Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas John A. Paulson de la Universidad de Harvard de los EE.UU., liderado por el Dr. Jianyu Li, estudiaron la sustancia excretada y encontraron que contenía un grupo de proteínas que forman una red (matriz) con carga positiva.

Este fenómeno genera las cargas electrostáticas con las superficies que tienen partículas de carga negativa, que permite una muy alta adhesión por enlaces covalentes.

Los resultados de sus investigaciones han sido publicados en el número del mes de julio de la revista Science (Li J. y col. 2017. Tough adhesives for diverse wet surfaces. Science, 357(6349):378-381), en la que demuestran el desarrollo de un pegamento de doble capa, que consta de una matriz de alginato y poliacrilamida, que es capaz de unirse con mayor fuerza que otros adhesivos aún en tejidos animales húmedos como piel, cartílago, arterias, hígado y corazón. Las pruebas han sido realizadas con éxito en modelos animales (cerdos y ratas) y el producto final es un hidrogel azul que ofrece una capacidad adhesiva tres veces mayor que los adhesivos utilizados actualmente en medicina.

Además de la fuerza adhesiva de este bio-pegamento, tiene la capacidad de transferir y disipar estrés, que se logra a través de la ruptura de enlaces entre átomos de calcio y el hidrogel que disipan energía cuando el material se somete a estrés, lo que le confiere una gran capacidad de torsión antes de ceder.

Entérate

1 *Ciencia Nicolaita*

XXV aniversario

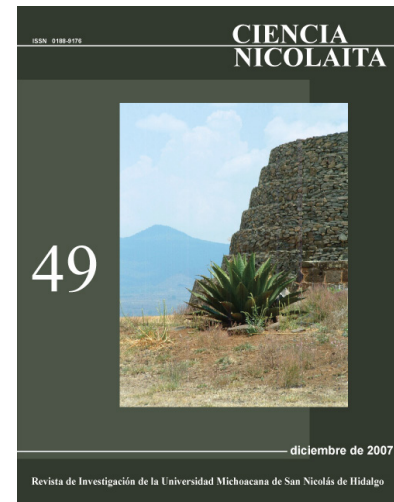
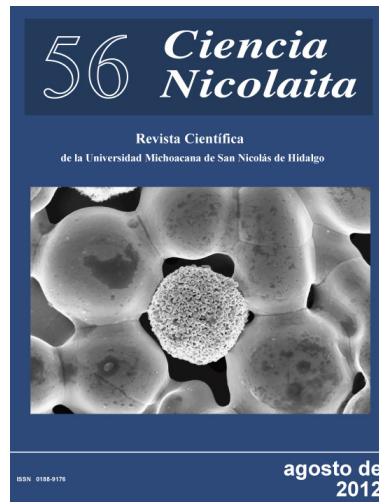
1992 - 2017



ISSN 0188-9176

octubre de 2017

Revista Científica
de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



25 años de la Revista Ciencia Nicolaita

El pasado mes de octubre, la Revista Ciencia Nicolaita publicó el No. 71 y con éste celebró el XXV Aniversario de su creación. Desde 1992 inició la edición de esta revista que sustituyó al Boletín de la Coordinación de la Investigación Científica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), publicando desde entonces revisiones y artículos del quehacer científico que se realiza en las diferentes dependencias de la institución, en forma impresa hasta el 2010 y en formato digital a la fecha.

Ciencia Nicolaita fue fundada por la Coordinación de la Investigación Científica de la UMSNH, cuando estaba al frente el Dr. Egberto Bedolla Becerril, quien con un grupo de investigadores nicolaitas crearon la revista, de la que han servido como editores los siguientes investigadores: Dr. Salvador Jara Guerrero, Dr. José Fernando Villaseñor Gómez, Dr. Carlos Cervantes Vega, Dr. Javier Ponce Saavedra, Dr. José Alfredo Uribe Salas y Dr. Agustín Castro Montoya

El No. 71 de Ciencia Nicolaita, publicado en forma impresa para conmemorar sus 25 años, nos presenta siete artículos escritos por el mismo número de académicos nicolaitas, todos investigadores Nivel III del Sistema Nacional (SNI), cuyo editor es el Dr. Carlos Cervantes. Este número cuenta con la introducción del rector de la Casa de Hidalgo, Dr. Medardo Serna González y

una presentación por parte de la Coordinadora de la Investigación Científica, Dra. Ileri Suazo Ortuño, así como los siguientes artículos: Theodor W. Adorno- el giro de una cultura violentada del Dr. Oliver Kozlarek; Filosofía- estado de la cuestión del Dr. Mario Teodoro Ramírez Cobián; Cuarta Conferencia Panamericana de 1910 y la doctrina Monroe en la prensa y diplomacia mexicana, de la Dra. María del Rosario Rodríguez Díaz; La caña de azúcar en Michoacán- Continuidades y Cambios Tecnológicos, siglos XVIII y XIX, del Dr. Gerardo Sánchez Díaz; Darwin botánico- origen, desarrollo y perspectivas de la fisiología vegetal, del Dr. José López Bucio; Las proteínas CHR- una estrategia ancestral de las bacterias para tolerar la toxicidad del cromato, del Dr. Carlos Cervantes; y Laboratorio de Biotecnología Acuícola- Investigación que contribuye a la soberanía alimentaria, rumbo al 2050, del Dr. Carlos Martínez Palacios y colaboradores.

Ciencia Nicolaita publica artículos originales y de revisión en español, sobre todas las temáticas de investigación científica, tecnológica o humanística, es arbitrada por un proceso de evaluación por pares y es de acceso gratuito. La revista cuenta con un archivo de los números publicados en formato digital (2011-2017) y con una plataforma para el envío de artículos en línea para su revisión y posible publicación. La liga web es <https://www.cic.cn.umich.mx/index.php/cn>.

Entrevista



Foto: Irena Medina Sapovalova

Héctor Arita

Por Roberto Carlos Martínez Trujillo y Fernando Covián Mendoza

El Dr. Héctor T. Arita. Laboratorio de Macroecología, Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES), UNAM, Campus Morelia, es biólogo por la Facultad de Ciencias de la UNAM (1985) y doctor en ecología por la Universidad de Florida, Gainesville (1992). Realizó sus estudios de posgrado enfocados a la ecología de comunidades y sus aplicaciones a la conservación de la biodiversidad.

Desde 1992 es investigador del IIES de la UNAM y profesor en ese instituto y en la Facultad de Ciencias de la UNAM. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel III, su investigación está enfocada a la comprensión de

los patrones de composición y estructura de los conjuntos de especies a nivel local (ecología de comunidades), regional y continental (macroecología).

Realiza también investigaciones sobre las aplicaciones de estos estudios a la conservación de la diversidad biológica. Dedicar parte de su tiempo a la elaboración de material de docencia y artículos y notas de divulgación sobre temas ecológicos.

Es ganador del III Premio Internacional de Divulgación de la Ciencia Ruy Pérez Tamayo. En sus ratos libres gusta de escuchar música de todo tipo y de fotografiar cualquier objeto que se le ponga enfrente.

Usted obtuvo recientemente el III Premio Internacional de Divulgación de la Ciencia Ruy Pérez Tamayo por su trabajo "Crónicas de la extinción. La vida y la muerte de las especies animales". ¿En qué consiste el premio? ¿Qué sigue ahora conforme a sus propósitos en esta materia?

El premio es para la publicación de una obra particular en un libro, por cierto, está abierta la convocatoria para la cuarta edición del certamen, que consiste en la elaboración de un libro de divulgación científica para ser editado dentro de la serie correspondiente del Fondo de Cultura Económica, y pues yo escogí el tema de las extinciones.

Personalmente me ha abierto las puertas del mundo editorial, en lo cual yo no tenía mucha experiencia. También, no solo la posibilidad de continuar escribiendo libros de esta naturaleza sino de realizar una serie de pláticas, para lo que en unas semanas voy a estar en Colombia, donde habrá un festival representativo de la cultura y la ciencia de México, presencia organizada por el Fondo de Cultura Económica.

¿Por qué y cuándo fue que se interesó en la divulgación de la ciencia? ¿Qué le ha significado en su carrera como científico?

Entre otras cosas, mi interés por una carrera

científica, biología en particular, deriva de que desde la adolescencia yo tuve acceso a revistas de divulgación, enciclopedias, etc. Eso fue lo que determinó básicamente el curso de mi vida y desde que yo entré a la universidad me dio el interés por abrir el camino a la motivación para otras personas. Así, juntamente a mi carrera científica de biólogo me daba tiempo de escribir notitas de divulgación. Esto ha ido de la mano con mi carrera de investigador.

Desde luego, ciertamente hay investigadores muy reconocidos que para nada se meten en cuestiones de divulgación y también hay que decirlo, hay muy buenos divulgadores que no necesariamente tienen la carrera científica.

También tengo que decir que los temas que yo escojo para la divulgación generalmente no tienen nada que ver con lo que yo hago como investigador. Creo que es una ventaja porque, si uno dedica una carrera a la investigación se especializa muchísimo en un tema, eso hace que sea más difícil divulgar ese tema.

Yo he escogido para divulgar temas relacionados con lo que hago, pero no de mi especialidad. Eso me ayuda a tener una comunicación más cercana con un público en general. Finalmente, creo que un complemento muy importante de la divulgación científica es el tener la empatía con el público, es decir, ponerse en el lugar de las personas que van a recibir la información científica que les proporcionemos.

¿Tendría usted una opinión personal sobre cómo afecta al trabajo científico, particular-

Crónicas de la extinción

244

LA CIENCIA PARA TODOS

BIOLOGÍA

HÉCTOR T. ARITA

La vida y la muerte de las especies animales

Ganador del Premio Internacional de Divulgación de la Ciencia Ruy Pérez Tamayo 2016



mente en el área de la ecología, la situación actual internacional de la política y la economía?

El tema que domina ahora es la postura del actual presidente de los Estados Unidos, que desprecia la investigación científica que no conviene a sus intereses particulares: Las primeras acciones del presidente Trump fueron básicamente empezar a dismantlar la Agencia de Protección Ambiental, así como, en la NASA, reducir la investigación ambiental. Obviamente, eso tiene implicaciones negativas sobre la investigación ambiental en los Estados Unidos. A mediano plazo esto podría tener repercusiones que podríamos llamarlas "positivas" a nivel global, porque va a abrir oportuni-


dades en otros lugares. En México, hay la posibilidad de que la investigación se dispare, al igual que en otros países fuera de Estados Unidos, por causa del vacío que se está haciendo en esta materia.

¿Qué opina o propone sobre la presencia de revistas electrónicas de divulgación de la ciencia como Saber Más, así como de la participación de la comunidad científica en las mismas?

Sin duda, la comunicación en internet ha sido una revolución. Como en el tema anterior (Trump-ambiente) algunos pueden verlo al in-

ternet como un problema o como una oportunidad, y otros le ven como riesgo de que las revistas tradicionales impresas pierdan público. El problema para la divulgación científica a través de internet es la competencia, ya que es tremenda y proliferan programas de todo tipo de temas, y todo tipo de niveles de calidad.

En la comunicación tradicional vía impresa o de medios tradicionales, hay ciertos estándares de calidad y de temas, pero en internet encontramos de todo. Así, en internet la competencia por el tiempo y el espacio, y por el interesar al público, se vuelve mucho más ruda. Al internet lo podemos considerar también como un reto y buscar formas de atraer a ese público hacia



Desde hace casi tres décadas, la colección La Ciencia para Todos busca acercar el saber científico, en particular el que se genera en nuestro país, al público no especializado. En esa labor el Fondo de Cultura Económica ha recibido el apoyo entusiasta de decena de científicos, entre los que destaca el médico, historiador, filósofo, lector omnívoro y melómano Ruy Pérez Tamayo, autor de la casa y miembro de su comité editorial de ciencia y tecnología.

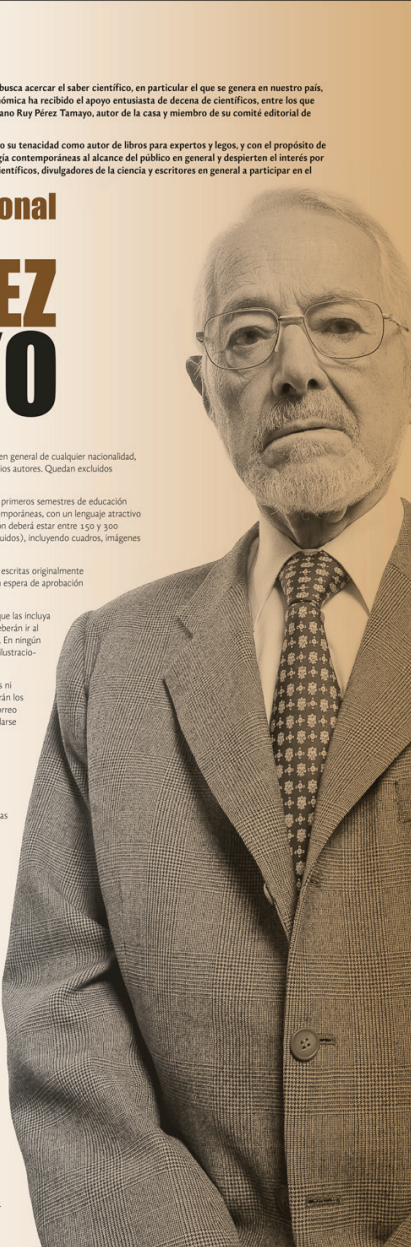
Para honrar su incansable trabajo en laboratorios y aulas, así como su tenacidad como autor de libros para expertos y legos, y con el propósito de fomentar la escritura de libros que pongan la ciencia y la tecnología contemporáneas al alcance del público en general y despierten el interés por el conocimiento y los métodos de las ciencias, el FCE convoca a científicos, divulgadores de la ciencia y escritores en general a participar en el

III Premio Internacional de Divulgación de la Ciencia

RUY PÉREZ TAMAYO

Bases

- 1.- Podrán participar científicos, divulgadores de la ciencia y escritores en general de cualquier nacionalidad, edad o lugar de residencia, con una o más obras, escritas por uno o varios autores. Quedan excluidos los empleados del Fondo de Cultura Económica.
- 2.- Las obras, dirigidas a jóvenes de educación media, media superior y primeros semestres de educación superior, deberán abordar algún tema de la ciencia y la tecnología contemporáneas, con un lenguaje atractivo y preciso, presentando información actualizada y verificable. Su extensión deberá estar entre 150 y 300 cuartillas (es decir, entre 270 mil y 540 mil caracteres, con espacios incluidos), incluyendo cuadros, imágenes y fórmulas.
- 3.- Las obras presentadas a concurso deberán ser inéditas y haber sido escritas originalmente en español. No podrán participar obras sometidas a otro concurso ni en espera de aprobación o dictamen para su publicación en ningún medio o soporte.
- 4.- Las obras se entregarán en copia impresa y en un disco compacto que las incluya en formato PDF; en caso de incluir imágenes los archivos respectivos deberán ir al tamaño deseable para su impresión y en resolución no menor a 300 PPI. En ningún caso se devolverá el material presentado, por lo que no deben incluirse ilustraciones originales.
- 5.- Las obras se firmarán con seudónimo y no deben incluir semblanzas ni referencias al nombre del autor o los autores. En sobre cerrado se incluirán los datos de contacto de los participantes: nombre, dirección, teléfono y correo electrónico, así como curriculum vitae. El exterior del sobre deberá rotularse sólo con el título de la obra y el seudónimo del autor o autores.
- 6.- **Los manuscritos se enviarán a:**
III Premio Internacional de Divulgación de la Ciencia Ruy Pérez Tamayo
Fondo de Cultura Económica
Carretera pte. Ajusco 227, 3er. piso,
Bosques del Pedregal, Tlalpam, CP 14238, México DF.
Los concursantes podrán hacer llegar sus obras a las filiales del FCE, cuyas direcciones pueden consultarse en el sitio electrónico de la editorial.
- 7.- Queda abierta la presente convocatoria a partir de su publicación y hasta las 15 horas del 30 de junio 2016 (tiempo de la Ciudad de México); en los envíos por correo y mensajería se considerará la fecha de remisión.
No se recibirán propuestas después de esta fecha.
- 8.- El jurado estará compuesto por investigadores especializados en el tema, por divulgadores y por representantes del Fondo de Cultura Económica. Su fallo será inapelable. El premio podrá ser declarado desierto.
- 9.- El premio consistirá en la publicación de la obra en la colección La Ciencia para Todos y en un pago de \$250,000 (DOSCIENTOS CINCUENTA MIL PESOS MEXICANOS), como anticipo a cuenta de regalías. La obra ganadora será publicada en noviembre del 2016.
- 10.- El FCE y el autor o autores ganadores suscribirán un contrato de acuerdo con las presentes bases y con la Ley Federal del Derecho de Autor, y en los términos usuales para obras de esta colección. El FCE se reserva, en el lapso entre el cierre de la convocatoria y la publicación del fallo, el derecho de opción preferente para publicar cualquier obra presentada al concurso que, no habiendo obtenido el premio descrito en la cláusula anterior, sea considerada de su interés.
- 11.- Los resultados serán dados a conocer en septiembre de 2016, a través de la prensa y en las páginas electrónicas del FCE: www.fondodeculturaeconomica.com y www.lacienciaparatodos.mx
- 12.- Cualquier situación no prevista en estas bases será resuelta por el jurado.
- 13.- La participación del concurso implica la aceptación de estas bases.



los temas científicos.

¿Cómo fue que decidió llegar a ser científico y eligió la carrera de biólogo?

Desde la secundaria y preparatoria, las materias científicas eran las que más me gustaban. En algún momento de hecho yo iba a entrar a física, pero en la preparatoria se presentó una oportunidad de hacer un viaje con mis compañeros en busca de fósiles. Íbamos en grupo de seis preparatorianos, solos sin ninguna guía. Y aunque no fue muy exitosa en cuanto al número de fósiles que encontramos, pues sí, fue una ex-

perencia que, sin duda, cambió mi vida y marcó mi interés por la biología en particular.

Se sabe que en sus ratos libres le gusta escuchar música de todo tipo y fotografiar cualquier objeto que se le ponga enfrente. ¿Ha pensado en la posibilidad de exponer temáticamente sus fotografías? ¿Sería muy interesante!

En particular, la fotografía también es algo que me ha interesado muchísimo. Decidí desde hace mucho tiempo que esa iba a ser mi afición, yo tomo las fotografías porque me gustan, creo que solo un par de ocasiones he entrado a concursos de fotografía, porque no lo quiero hacer algo competitivo, quiero disfrutarlo.

En cuestión de la música no soy bueno ni para escuchar ni para interpretar. En particular me gusta, con el ánimo de relajarme, la música barroca. Pero yo sé que no vivo la música como mis amigos que sí son realmente apasionados, yo la disfruto, me relaja, me hace sentir bien, pero no me he clavado en un talento musical.

¿Cómo es un día cotidiano suyo como investigador?

Una de las cosas que me ha permitido disfrutar mi carrera como científico es que, afortunadamente, es muy irregular. En ese sentido, no he tenido, en casi 25 años, dos días que sean iguales en cuanto a rutina. El trabajo en mi área implica desde trabajo de campo (son a veces semanas enteras fuera de la oficina); la docencia, por supuesto, ir a las clases, dirigir a los estudiantes, y un poco de trabajo en laboratorio, que en mi caso no es tanto, es más bien trabajo de gabinete analizando datos, modelos en la computadora, etcétera.

A lo mejor esa es una de mis características, la gente tiende a pensar que yo soy una persona de horarios, y no, soy todo lo contrario. Soy una persona no impredecible sino regular, no me gusta que mi trabajo se

vuelva rutinario, creo que lo dejaría de disfrutar. Entonces, no podría describir un día típico. La riqueza de mi trabajo es esa diversidad de actividades y el no saber lo que en un año voy a estar haciendo.

¿Desea agregar algo, doctor?

Muy al principio de mi carrera, era difícil encontrar temas de investigación; había pocos investigadores con los que se podía trabajar, por lo que llegaban muchos estudiantes a aquellos laboratorios porque eran los únicos que existían en esa época. Más recientemente hay más oferta. Por eso, el deseo de muchas oportunidades para los estudiantes que ahora las están buscando. Creo que estamos en una muy buena época para esta generación.





Artículos

El tercero en discordia

Cederik L. de León Acuña

La física provee de las herramientas que nos permiten entender e interpretar el universo que nos rodea, en un principio, del universo que podíamos percibir de manera tangible, palpable con nuestros sentidos, más adelante con el avance de las matemáticas y el advenimiento de paradigmas y cuestionamientos nuevos, el universo al que se refiere el estudio de la física se expandió y se sigue expandiendo conforme a nuevos retos, preguntas y problemas que se van planteando.

Durante mucho tiempo, desde los antiguos griegos (1200 a. C. y posiblemente aún mucho antes) y hasta casi finales del siglo XIX, el mundo de la física estaba regido por la percepción y descripción del mundo: material visible, el que se podía tocar como la caída de una roca, la trayectoria de los planetas, el movimiento de las cosas, o todo lo que tuviera que ver con la explicación

de lo que rodeaba al ser humano, sin considerar al mundo de los átomos (a pesar de que Demócrito ya lo había comenzado a estudiar los constituyentes fundamentales de la materia hace casi 2500 años, todo desde un punto de vista más filosófico que físico).

La ambición de la física era, y con toda seguridad sigue siendo, describir lo que fue, lo que es y lo que será de las cosas, utilizando ecuaciones obtenidas con un rigor matemático, fruto del ingenio y de una profunda observación del entorno.

Es importante hacer notar que, hasta hace unos 200 años, la física y la filosofía y las matemáticas y la biología y la química, y las demás áreas de la ciencia no se diferenciaban, es decir, la ciencia y la filosofía eran la misma cosa; desde mi perspectiva, esta clara separación que hoy existe, y obedece al grado de especialización que se requiere en estos "tiempos modernos", debería desaparecer para regresar a los orígenes y la

M.C. Cederik León de León Acuña, Licenciatura en Físico-Matemáticas, Maestro en Ingeniería Física y actualmente es miembro de la colaboración internacional HAWC.



perspectiva de las ciencias posea un poco más de filosofía.

Newton y la Física clásica

El período de la Física clásica (que duraría hasta mediados del S. XIX) tuvo su momento de gloria con los grandes filósofos, físicos y matemáticos de los S. XVI y S. XVIII. Galileo Galilei, Johannes Kepler, Newton, Gottfried Leibnitz, Rene Descartes, Baruch Spinoza, Christiaan Huygens, Pierre de Fermat, Joseph-Louis Lagrange, Pierre-Simon Laplace, Jean-Baptiste Joseph Fourier, solo por mencionar algunos.

La Física clásica logra, con gran éxito, describir el movimiento de los cuerpos, esto con la formulación de las tres leyes de Newton, también conocidas como las leyes del movimiento, de tal manera que dan sustento a lo que se le denomina Mecánica clásica. Con esto se puede explicar el movimiento de las cosas, como planetas, proyectiles, las bolas en una mesa de billar,

las máquinas, etc. Estas tres leyes son: La ley de la inercia, la ley fundamental de la dinámica y el principio de acción y reacción.

El mérito de Newton fue establecerlas de manera formal, ordenada y con el rigor que la ciencia exige en su momento, los conceptos que se utilizan en estas leyes, mismos que ya eran conocidos y empleados, sin embargo, no poseían una formulación con el rigor y fundamentos más allá del que provee el empirismo.

Acceder a este conocimiento, básicamente constituía un acto casi mágico, considerado por muchos hasta místico, la herramienta que provee la mecánica clásica logra predecir las trayectorias de una bala de cañón en un combate, la fabricación de relojes más precisos, la construcción de máquinas, utilizando un lenguaje puramente matemático. No es de extrañarnos que los científicos de esa época fueran tan solicitados en el mundo militar, ya sea para diseñar, calcular y/o construir máquinas de guerra o mejorar la preci-

sión de los disparos de los cañones. La eficiencia en la aplicación de este conocimiento fue grandemente estimada.

Con lo anterior, también debemos mencionar otro de los grandes aportes de Newton, sin el cual sus tres leyes serían casi un artefacto matemático abstracto o una simple curiosidad de la física, me refiero a la formulación de la Ley de la Gravitación Universal, la cual nos ayudará a entender el problema de los 3-Cuerpos.

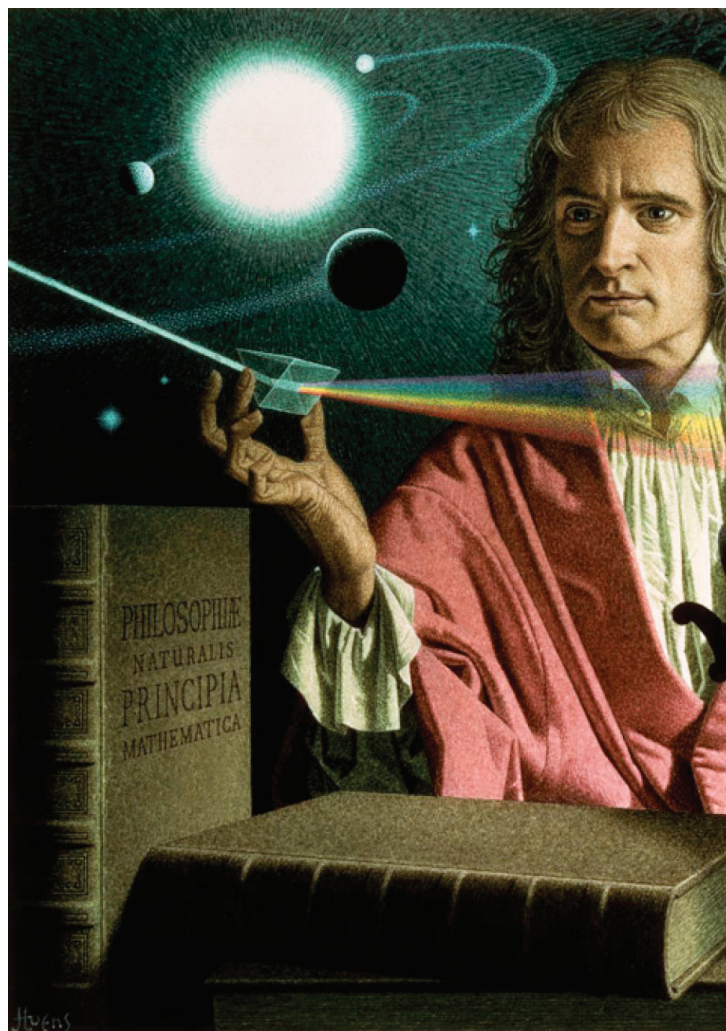
Newton observó que la fuerza con la que se atraen dos cuerpos, de diferente masa, solo depende del valor de dichas masas y del cuadrado de la distancia que hay entre ellas, dicha fuerza actúa de tal forma que es como si la masa entera de cada cuerpo estuviera concentrada en su centro exclusivamente; es decir como toda ella estuviera concentrada en un puntito, lo que ayuda enormemente en la simplificación de los problemas en física.

El problema para describir el movimiento de un cuerpo, es decir, su posición para cualquier tiempo resulta exitoso y escalofriantemente preciso.

Cuando el problema involucra dos cuerpos el asunto se complica un poco, sin embargo, tiene una solución analítica, es decir que, puede resolverse de manera exacta. En este caso el proceso de solución no resulta trivial, sin embargo se puede reducir, utilizando las libertades que la física nos brinda, pretendiendo que uno de los cuerpos permanece quieto y fijarnos solamente en el otro cuerpo. De esta manera, Newton encontró que el movimiento de un cuerpo, bajo los efectos de la fuerza de gravedad, describe una trayectoria elíptica.

El problema de los 3-cuerpos

El problema de los 3-cuerpos pretende resolver de manera analítica o exacta las ecuaciones del movimiento para 3 (o más) cuerpos que interactúan entre sí mediante fuerzas como la gravedad. Sin embargo el problema de los 3-cuerpos no puede resolverse de manera exacta, excepto para un conjunto muy pequeño de escenarios sobre-simplificados, ingenuos y en el caso de intentar aplicarlo al mundo real las condiciones son totalmente disparatadas.



El problema principal es, que en el caso de los 3-cuerpos o de los 4-cuerpos o el de los 5-cuerpos, o el de los n -cuerpos, (siendo n el número que se nos ocurra, siempre y cuando sea un entero mayor a 2). El enunciado general para este problema es: para un instante, dados los vectores de posición y masa, existen tres ecuaciones diferenciales de segundo orden, acopladas, es decir que tienen relación directa y dependen todas ellas entre sí. La solución al problema arrojaría las posiciones para los 3-cuerpos en cualquier instante, una vez que se han establecido las condiciones iniciales (posiciones y velocidades). Las soluciones a las que se llegan de manera numérica presentan un comportamiento que no obedecen patrón alguno en muchos casos.

En este sentido el problema de los 3-cuerpos resulta atractivo para la comunidad científica ya que plantea escenarios tales que permite



entender que lo mucho que desconocemos de alguna relación entre cosas relativamente simples, y tratar de describir en lo individual, inclusive en la paridad y se torna un verdadero reto para cuando se tratade 3, 4, 5 o más cuerpos. Cualquier cambio en las condiciones que presente cada uno de estos cuerpos tiene repercusiones en los otros, es casi como si cada cuerpo tuviera personalidad, si me permiten la expresión.

Imaginemos que somos un observador en una vitrina en la cual no podemos intervenir, sólo observar, dentro de esa vitrina habita un "ser", este "ser" está aislado y no tiene idea que está siendo observado y deambula por ahí, de un lado a otro, de pronto aparece otro "ser" con las mismas libertades, sin embargo tienen que interactuar y relacionarse, digamos que la forma en que se relacionan depende del "estado de ánimo" de cada uno, y el "estado de ánimo" de cada uno los

afecta entre sí, de tal manera que en ocasiones estarán juntos y permanecerán así en equilibrio o definitivamente se alejan, debido a esta interacción y el estado de ánimo con el que inicialmente se presentaron sea otro, es decir las condiciones cambian constantemente.

Si ahora inducimos un tercer "ser" con las mismas libertades en el escenario que convenientemente hemos construido, la interacción de dos de ellos repercute con el tercero, y el del tercero en cada uno de los otros dos; el caso es que la manera en las que se relacionen dependen de las condiciones iniciales con las que se presentan, pudiendo estar en equilibrio entre ellos con condiciones muy específicas, sin embargo, con cualquier pequeña, mínima, insignificante perturbación entre estas condiciones, rompa este equilibrio y su relación se vuelva caótica.

Si les pusiéramos a cada "ser" un marcador y dejaran dibujado en su camino una raya por donde han pasado, al estarse relacionando, veríamos diversos patrones, algunos con trayectorias agradables y probablemente hasta estables o periódicas, la gran mayoría de las veces estaríamos viendo rayones sin sentido.

Como observadores, no podemos predecir la trayectoria que se dibujaría en el piso por cada uno de estos "seres". Ahora imaginemos que pasaría si pusieramos más "seres" que deambulen por ahí en la vitrina; ¡un verdadero Caos! en el estricto sentido de la palabra.

La Teoría del Caos sería una buena herramienta para estudiar este tipo de fenómenos que son super sensibles a las variaciones de las condiciones iniciales del sistema.

Existen programas para computadoras que permiten visualizar, utilizando simulaciones numéricas, el problema de los 3 o más cuerpos.

Los invito a buscar simulaciones con sus y animaciones relacionadas con el problema de los n-cuerpos, hay muchos por ahí en la red. Con seguridad ahí los cuerpos estarán representados por puntitos que, en lugar de "estados de ánimo", tendrán masa o carga eléctrica, así como también una velocidad y posición iniciales. Ahí podemos poner los valores que se nos ocurran y ver que pasa.



Artículos

¿Zonas de nuestro país que no son mexicanas? ...y no, no estamos hablando de las embajadas...

América Ivonne Zamora-Torres

Existe una figura dentro del comercio exterior que permite que haya zonas del territorio nacional que no se consideran como tal... por lo menos en términos fiscales, y en México se conocen como Recintos Fiscalizados Estratégicos (RFE).

¿Qué son estas zonas y cuál es su función?

Internacionalmente estas zonas se conocen como Zonas Francas, las que han operado desde hace años como una figura relevante en el comercio internacional. Se puede decir que son el sueño de muchos empresarios y contadores puesto que acorde con el Convenio de Kyoto se consideran como: "una zona del territorio de una Parte Contratante en el que las mercancías allí introducidas se considerarán generalmente como si no estuviesen dentro del territorio aduanero, en lo que respecta a los derechos y los impuestos a la importación".

El objetivo del surgimiento de las Zonas Francas es crear sinergias importantes para atraer la inversión extranjera directa, la creación de empleos, así como promover la competitividad de las regiones, además de la simplificación de procedimientos administrativos y aduaneros (menos burocracia), de tal forma que a través de esta figura se incrementen tanto las exportaciones como la generación de conocimiento tecnológico y capacidad innovadora.

Beneficios de las Zonas Francas

Actualmente muchos países se ven ampliamente beneficiados al utilizar esta figura como instrumento de competitividad. Entre ellos destacan las Zonas Francas de China, Emiratos Arabes Unidos, Singapur, Panamá, entre muchos otros. Ejemplos de éxito de esta figura fiscal en el comercio internacional son Shanghái que se considera como la principal

La **Dra. América Ivonne Zamora Torres**, es Doctora en Ciencias en Negocios Internacionales por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), profesora

e investigadora del Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales de la UMSNH.

Zona Franca por el valor captado de inversión a nivel mundial seguido del aeropuerto internacional de Dubái, la ciudad-estado Singapur es punta de lanza en materia de comercio exterior y Panamá que se ha logrado posicionar como puente entre hemisferios.

¿Y en México donde están esas zonas y cómo operan?

México toma de manera formal la figura de Zona Franca en la Ley Aduanera en el 2003, donde se incorpora en el régimen aduanero denominado Recinto Fiscalizado Estratégico, como parte del proceso de liberalización y apertura comercial del país. En términos de la Ley Aduanera son recintos o lugares donde se puede introducir mercancía por tiempo limitado (puede ser nacional, nacionalizada o extranjera) para ser objeto de manejo, almacenaje, custodia, exhibición, venta, distribución, elaboración, transformación o reparación teniendo como ventaja que, salvo algunas excepciones, no pagarán impuestos al comercio exterior ni cuotas compensatorias, de igual modo no estarán sujetas al cumplimiento de regulaciones y restricciones no arancelarias, normas oficiales mexicanas, además de que las mermas y desperdicios no causarán contribuciones, siempre y cuando sean destruidas. En otras palabras, implica un ahorro significativo para todas las empresas que aprovechen este regimen y muy particularmente para la industria maquiladora.

Otra característica básica de los RFE es la localización de los mismos, puesto que se ubican en zonas estratégicas del territorio nacional ya que están dentro, colindantes y a partir del 2014 en zonas cercanas a la aduana.

A manera de ejemplo para mostrar la utilidad de un RFE podríamos imaginar que inversionistas, para aprovechar la mano de obra calificada y no calificada, insumos, y posición geográfica entre otras cosas, traen mercancía de procedencia extranjera a un RFE para un proceso de maquila. Al entrar a este recinto la mercancía está exenta del cumplimiento de ciertas obligaciones fiscales y otras regulaciones (no está en territorio nacional en términos fiscales), por lo que será atractivo para los inversionistas ya que dichas exenciones implican una reducción de costos de producción de manera significativa. Una vez que termine el proceso el inversionista o empresario decidirá si se manda nuevamente al extranjero la mercancía ya terminada (sin haber pagado impuestos al comercio exterior en México), si se destina al mercado nacional (pagando los impuestos correspondientes hasta ese momento) o incluso ambas (un porcentaje de la mercancía se manda al extranjero y otro se vende en el mercado nacional), implicando un ahorro económico y/o aplazamiento de pagos legalmente.

Los inmuebles autorizados para operar como RFE en nuestro país y su localización se puede observar en el cuadro 1.

Cuadro 1. Recintos Fiscalizados Estratégicos autorizados en México

Ubicación Geográfica en Territorio Nacional	Nombre de la Aduana	Centro de desarrollo económico-industrial (Inmueble) habilitado para operar como Recinto Fiscalizado Estratégico.
Estado de Aguascalientes	Aguascalientes	Recinto Fiscalizado Estratégico de San Luis, S.A. de C.V.
Estado de Tamaulipas	Altamira	Administración Portuaria Integral de Altamira, S.A. de C.V.
Estado de Chiapas	Ciudad Hidalgo	Fideicomiso para la Habilitación y Administración del Recinto Fiscalizado Estratégico Puerto Chiapas.
Estado de Chihuahua	Ciudad Juárez	Corporación Inmobiliaria San Jerónimo, S. de R.L. de C.V.
Estado de Nuevo León	Colombia	Corporación para el Desarrollo de la Zona Fronteriza de Nuevo León

Estado de Guanajuato	Guanajuato.	Guanajuato Puerto Interior, S.A. de C.V.
Estado de Michoacán	Lázaro Cárdenas.	Fideicomiso Recinto Fiscalizado Estratégico Zona Franca del Puerto de Lázaro Cárdenas, Michoacán.
Estado de Sonora	Guaymas	Consejo para el Recinto Fiscalizado Estratégico de Sonora.
Estado de Sonora	Mazatlán	Consejo para el Recinto Fiscalizado Estratégico de Sonora
Estado de Baja California	Tijuana	Administración Portuaria Integral de Topolobampo, S.S. de C.V
Estado de Veracruz	Veracruz	Administración Portuaria Integral de Veracruz, S.A. de C.V.

Fuente: Elaboración propia con base en la Regla 2.3.2. Apéndice 11 del Anexo 22 de las Reglas Generales de Comercio Exterior al 28 de abril de 2017

Pero, ¿y los demás RFE?

Recientemente se actualizó el marco legal constitucional de estas zonas especiales con nuevos beneficios fiscales, operativos y administrativos entre los que destacan una reducción en el derecho de trámite aduanero, la introducción de empresas IMMEX en los RFE y la eliminación de varios requisitos administrativos; esto con el fin de incentivar el desarrollo de más RFE y acorde con la agenda de la Presidencia de la Republica se prevé que para octubre de este año (una vez cubiertas las declaratorias y otorgamientos de permisos y asignaciones) comiencen las obras de construcción y las empresas operan a partir de septiembre.

Sin embargo, entre las principales críticas de los RFE es que mayormente las concesiones son obtenidas por inversionistas extranjeros lo cual muchas de las veces se traduce en explotación de nuestros re-

ursos (como insumos, mano de obra barata de alto y bajo nivel), sin que se aproveche la oportunidad de generar cadenas globales de valor y spillovers, o sea derrama o esparcimiento de desarrollos tecnológicos, innovación, aumento de la actividad empresarial de alto nivel y en ocasiones políticas de innovación, investigación y desarrollo.

Se puede decir que el RFE constituye un modelo de negocio en el comercio internacional que bien aprovechado representa no solo beneficios, administrativos, tributarios y logísticos sino también un foco potencializador de producción con valor agregado e incluso tecnológica e innovadora de alto nivel, que si se desarrolla adecuadamente generará un impulso al comercio internacional no solo en las zonas donde se localicen los RFE sino en toda la red logística entorno a ellos.



Rutas lógicas del comercio internacional y RFE

Fuete: Elaboración propia con base en SCT y la Ley Aduanera, 2017



Word Trade Centers Association, 2016. Plan Maestro. Recuperado de http://www.wtcindustrial.mx/index_es.php

Hegarty J. 2010. Foreign direct investment magazine, Global Outlook. Global Free Zones of the Future 2010/11 Winners. Junio-julio. pp. 21-26

Ley Aduanera, (2017). Ed. ISEF.

SHCP. 2017. Nuevo Esquema para Recintos Fiscalizados Estratégicos y sus Operadores. http://www.sat.gob.mx/RFE/Paginas/01_beneficios.htm

SCHP. Nuevo Esquema para Recintos Fiscalizados Estratégicos y sus Operadores http://www.sat.gob.mx/RFE/Paginas/foro_mide.htm

Artículos

Recurso milenario del centro de México:

Los pescados blancos y charales

Isaí Betancourt Resendes y Omar Domínguez Domínguez

En la tierra han ocurrido grandes cambios a través del tiempo y lo que hoy vemos es solo el reflejo de esos grandes procesos geológicos ocurridos en el pasado. La región central de México no es la excepción, debido a que ha sido testigo de estos procesos, que generaron una gran complejidad topográfica y un singular mosaico de ambientes diferentes, incluyendo los sistemas acuáticos, manantiales, lagos y sistemas fluviales extensos que se convirtieron en el hogar de muchos organismos.

La mayoría de los peces que habita esta región son endémicos, es decir no se encuentran en ningún otro lugar del mundo, esto contrasta con la alta tasa de extinción de peces en la región, siendo una de las más altas del planeta. Dentro de los diferentes grupos de peces del Centro de México destaca la presencia de la familia Atherinopsidae (Aterinópsidos), represen-

tada por dos géneros, siendo *Chirostoma* el más característico y abundante, representado por 18 especies conocidas como pescados blancos y charales, los cuales han sido el principal recurso pesquero desde épocas prehispánicas. Un aspecto interesante de estos Aterinópsidos es que tienen un origen marino, atribuido a la invasión de diversos grupos de peces marinos.

¿Cómo llegaron al centro de México?

Por muchos años se consideró que el género *Chirostoma* tenía dos ancestros (uno que llegó del Atlántico y otro del Pacífico), que colonizaron el Centro de México en diferentes tiempos geológicos y evolucionaron de manera independiente. Sin embargo, los nuevos descubrimientos científicos afirman que estos Aterinópsidos comparten un mismo ancestro con otros de origen marino del Atlántico, lo que significa que las especies

Isaí Betancourt Resendes es estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencia Biológicas.

D.C. Omar Domínguez Domínguez es profesor investigador del Laboratorio de Biología Acuática, ambos de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.



del Centro de México provienen de un único ancestro.

En la actualidad las especies de *Chirostoma* las podemos encontrar en el sistema hidrológico Lerma-Chapala y regiones contiguas, sin embargo, solamente *Chirostoma jordani* y *Chirostoma humboldtianum*, presentan un amplio rango de distribución, estableciéndose en diferentes tipos de hábitats acuáticos a lo largo de las cuencas del Centro de México, mientras que el resto de las especies tienen una distribución más restringida. El lago de Chapala, el más grande del Centro de México, y el que alberga el mayor número de especies, nueve en total, seis de ellas endémicas a este cuerpo de agua. Mientras que para el lago de Pátzcuaro, quizá el más emblemático de Michoacán, se han registrado cuatro especies, destacando la presencia del pescado blanco de Pátzcuaro (*Chirostoma estor*).

Lago de Chapala. Sistema lentic, hábitat de 9 especies de *Chirostoma*. Imagen por Isaí Betancourt Resendes

Pero ¿Cómo diferenciamos a los charales del

pescado blanco?

La manera más común es por el tamaño. Los charales alcanzan medidas menores a los 150 mm de longitud estándar, aquí se ubican la mayoría de las especies, se alimentan de zooplancton y viven en lagos, ríos, arroyos, riachuelos y manantiales.

Por su parte, los pescados blancos son aquellos que alcanzan medidas de más de 150 mm de longitud estándar, llega alcanzar un peso entre los 200 a 300 g, solo se encuentran en lagos y en etapas juveniles se alimentan de zooplancton mientras que los adultos se alimentan de peces.

Sin embargo, las especies son difíciles de diferenciar incluso para los especialistas, algunos mencionan que esta dificultad se debe a que son especies que evolucionaron de manera muy



Pescado blanco capturado en el lago de Zirahuén, Michoacán. Los pescados blancos alcanzan tallas mayores a los 150 mm. Solamente se encuentran en lagos. Imagen por Isaí Betancourt Resendes



Charal, capturado en el lago de San Juanico, Michoacán. Los charales no alcanzan tallas mayores a 120 mm. Pueden vivir tanto en lagos como en ríos, arroyos y manantiales. Imagen por Isaí Betancourt Resendes

reciente, otros creen que esto se puede deber a la plasticidad fenotípica que poseen, mientras que otros lo atribuyen a los procesos de hibridación existentes atribuido a la introducción de especies de *Chirostoma* ajenos al sitio.

Por lo que, el tamaño no es útil para diferenciar a los charales de los pescados blancos en etapas juveniles, por lo tanto, al degustar los deliciosos charales a las orillas de los lagos de Chapala y Pátzcuaro, no tendremos la certeza si son charales o juveniles de pescado blanco.

Con los estudios genéticos recientes realizados en el Laboratorio de Biología Acuática de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, se está demostrando que en realidad el número de especies de pescado blanco está sobre estimado, encontrando solo dos grupos genéticamente bien diferenciados: la especie *Chirostoma humboldtianum* no está ampliamente distribuida como se sugería y que la variación fenotípica es tan amplia en este grupo, que los caracteres que usaban los expertos para diferenciar entre especies son poco útiles.

Sin embargo, aún no alcanzamos a comprender los procesos evolutivos que están ocurriendo en los pescados blancos, no sabemos aún cómo un grupo con elevada variación morfológica tenga escasa variación genética, la cual además tiene correspondencia geográfica.

Estas especies son de gran importancia ecológica, primero porque son peces endémicos del Centro de México, además son parte de la cadena trófica manteniendo la estabilidad en los ecosistemas donde se encuentran, siendo los pescados blancos los depredadores tope en los lagos donde habitan.

Los pescados blancos y charales también tienen una gran importancia cultural, ya que han sido parte de los recursos que las etnias purépechas, nahuas y otomíes han usado como sustento, siendo las pesquerías autóctonas más antiguas en el Centro de México, considerados como el manjar de los dioses, sirviendo como ofrendas por las culturas prehispánicas.

A pesar de su importancia, abundancia y diversidad, las especies están amenazadas por diversos factores, principalmente por la pérdida y contaminación de hábitat, introducción de especies exóticas y sobre-explotación pesquera. El Centro de México es el lugar más poblado de todo el territorio nacional (según datos mostrados en el último censo del INEGI), La industria también se concentran en esta región, por lo que el agua superficial del país, y los cuerpos de agua presentan una fuerte presión que los ha afectados severamente, siendo los principales canales de desecho tanto de la industria como de la agricultura, la ganadería y el drenaje doméstico, por lo que, el alto grado de contaminación y destruc-

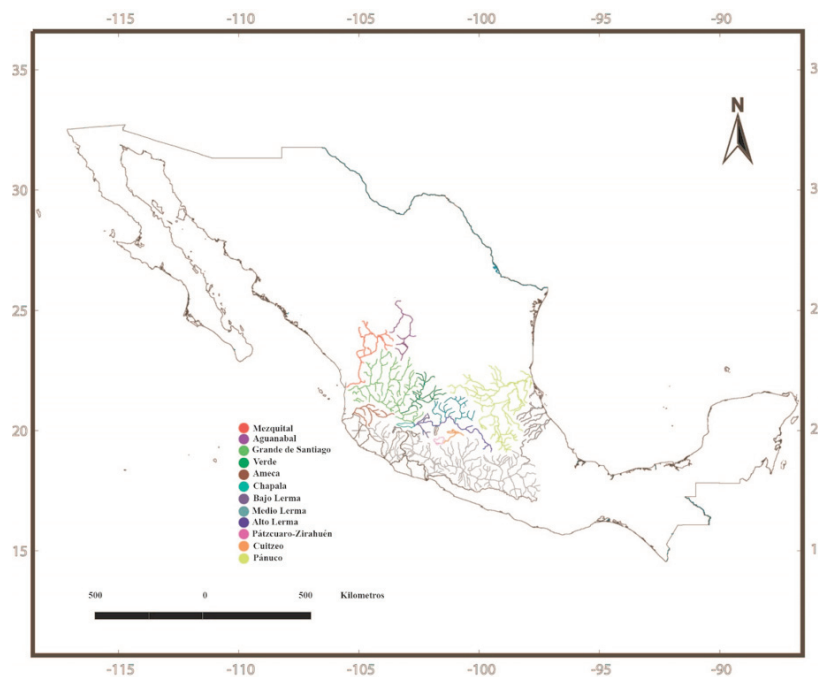


Figura. Mapa del Centro de México y sus regiones hidrológicas donde se distribuyen los pescados blancos y charales. Imagen por Isai Betancourt Resendes

ción de hábitat ha propiciado la extinción local de algunas poblaciones de *Chirostoma*.

¿Charales extintos?

Por ejemplo el charal del verde (*Chirostoma arge*) no ha sido reportado en los diez últimos años. Otra especie extinta es el charal Tarasco (*Chirostoma charari*), exclusivo del río grande de Morelia, el cual ha sido convertido en la cloaca de la ciudad, y su grado de contaminación es fácilmente percibido a través del desagradable olor y la insalubre vista. O bien el charal *Chirostoma riojai* restringido a las partes altas del alto Lerma en el estado de México. Estos son algunos de los varios casos que existen en cuanto a desaparición de poblaciones y especies.

Otra causa es la introducción de especies exóticas, considerada como la segunda causa de la pérdida de biodiversidad. En este sentido, por más de 50 años los diferentes órdenes de gobierno han realizado la siembra de peces exóticos en diferentes cuerpos de agua, con fines alimenticios. Las especies invasoras pueden competir por espacio y recursos, o bien depredar a las especies nativas, tal es el caso de la introducción de la lobina negra (*Micropterus salmoides*) en el lago de Zirahuén, desplazando a *Chirostoma estor* como el depredador tope, además ha sido la causa de

desaparición de diversas especies nativas, incluso de la extinción de un pez vivíparo *Allotoca meeki* endémico a este lago.

Otro problema es la carpa exótica en el lago de Chapala, en la cual se ha identificado que hasta el 90% de los artículos consumidos son huevos de diferentes especies de *Chirostoma*. El pescado blanco *Chirostoma estor* ha sido introducido en presas de la cuenca del Lerma, el cual puede provocar los mismos efectos negativos que cualquier especie traída de tierras lejanas.

La pesca excesiva también es un problema grave para las poblaciones de pescado blanco. En los 80s y 90s las capturas se incrementaron considerablemente, sin embargo en los últimos años la captura de organismos de tallas mayores a 150 mm de longitud ha disminuido para los lagos de Pátzcuaro, Zirahuén y Chapala, esto ha provocado la sobrepesca de los especímenes que incluso no han sido capaces de reproducirse. Además la sobrepesca está afectando los esfuerzos de conservación que han sido escasos así como el conocimiento generado del grupo, incluso algo sorprendente es que ninguno de los miembros del género *Chirostoma*, a excepción de *Chirostoma promelas*, se encuentra enlistados en algún estatus de riesgo por la normatividad mexicana (NOM-ECOL-059-94).



Pescadores en el Lago de Zirahuén, donde se pesca al pescado blanco *Chirostoma estor* y al charal *Chirostoma attenuatum*.
Imagen por Isai Betancourt Resendes

En este sentido, los estudios genéticos pueden aportar argumentos tangibles para la conservación de la diversidad biológica, en los últimos años, con la incorporación de estudios de genética de poblaciones, se han podido diagnosticar poblaciones distintas genéticamente, aunque los expertos no las consideren como especies diferentes, si pueden ser catalogadas como linajes diferenciados. Como el caso del charal prieto *Chirostoma attenuatum*, restringido a los lagos de Pátzcuaro y Zirahuén, que a partir de es-

tudios genéticos realizados en el Laboratorio de Biología Acuática de la Facultad de Biología de la UMSNH, se ha demostrado que cada población representa un linaje evolutivo independiente, por lo que, preservar la diversidad adaptativa y los procesos evolutivos de cada linaje es de gran importancia para la conservación de la diversidad biológica, lo cual debería ser tomado en cuenta en la toma de decisiones para su manejo y conservación.



Río verde cause principal en Tepatlán Jalisco. Sistema lotico hábitat de los charales *Chirostoma arge* y *Chirostoma jordani*. Imagen por Isaí Betancourt Resendes

SaberMás 

Barbour C.D. 1973. The systematics and evolution of the genus *Chirostoma*, Swainson. *Tul Stud Zool Bot* 19:97-141.

Miller R.R. 2005. Peces dulceacuícolas de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad A. C., El colegio de la Frontera Sur y Consejo de los Peces del Desierto México-Estados Unidos. México, D.F.

<http://www.biodiversidad.gob.mx/pdf/libros/paguadulceA.pdf>

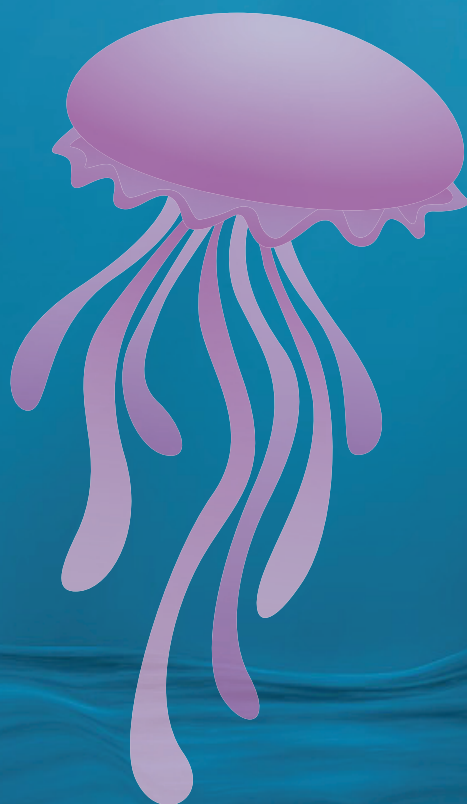
Barriga-Sosa I. et al. 2005. Inter-Specific variation of the mitochondrial r16S gene among silversides, "Peces Blancos", (Atherinopsidae: Menidiinae) and its utilization for species identification. *Aquaculture* 250. 637-651

Artículo
Portada

¿Luz en las profundidades del océano?

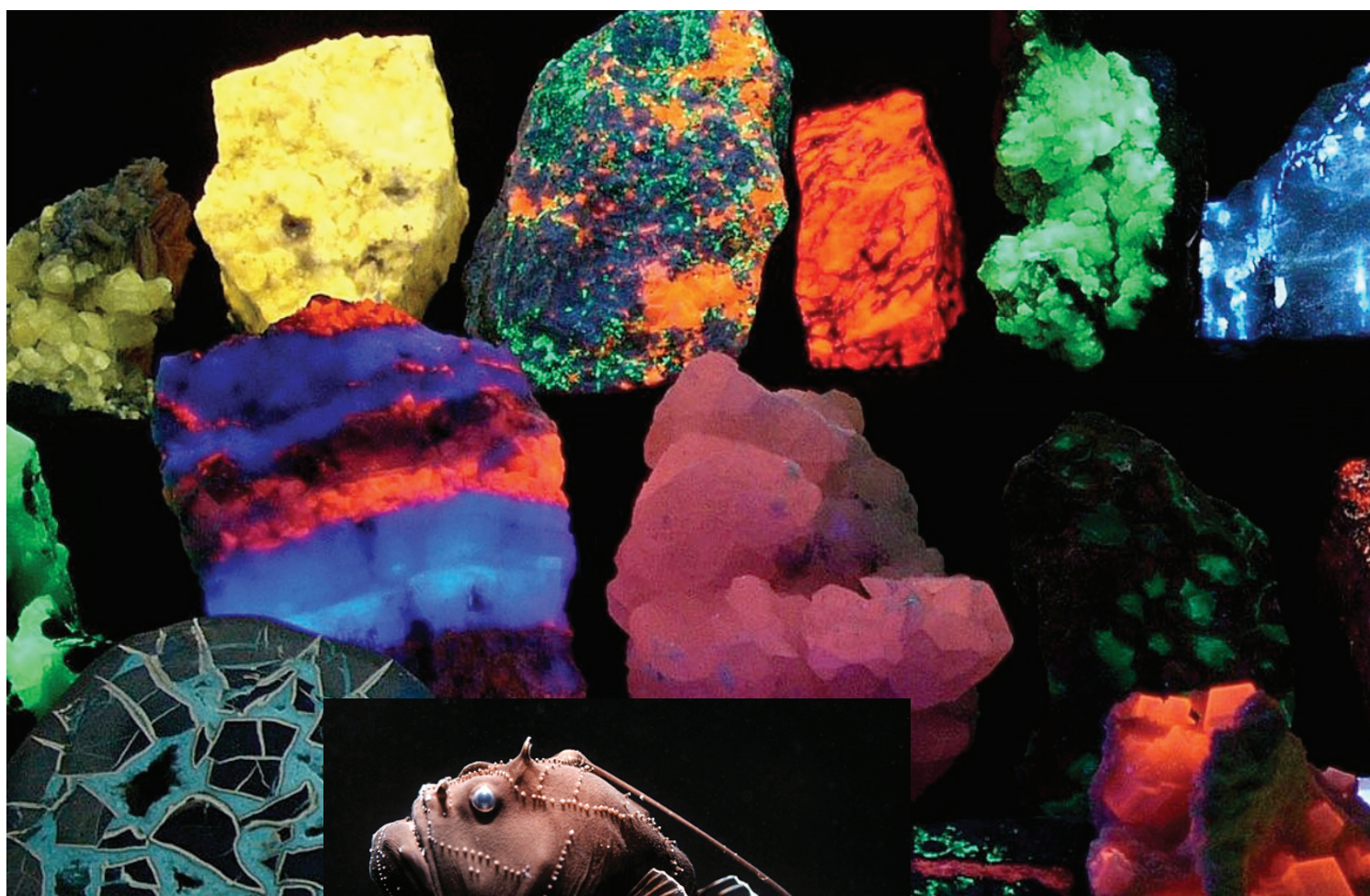
Un descubrimiento para la biomedicina

David Vargas-Tejeda y Víctor Meza-Carmen



Muchas veces cuando escuchamos la palabra "luz" de forma inmediata pensamos en una lámpara, en el sol o en alguna fuente eléctrica que la genere. Pero la luz no solo proviene de las estrellas, de tu computadora, del televisor, del celular o de las lámparas que alumbran las calles y los hogares por las noches.

Existen en nuestro mundo organismos vivos que tienen la capacidad de producir su propia luz, esto es debido a ciertos tipos de moléculas que poseen características estructurales que les permiten producir un fenómeno al cual denominamos fluorescencia.



La fluorescencia es una propiedad que poseen algunas moléculas la cual consiste en absorber luz de una fuente externa, siendo la luz ultravioleta (UV) lo más común, para posteriormente emitir la luz absorbida como un tipo de luz diferente la cual presenta una longitud de onda más larga, es decir luz visible (la que podemos percibir con nuestros ojos). Algunas de la moléculas que poseen esta característica son las proteínas fluorescentes.

Organismos Bioluminiscentes

En nuestro planeta se encuentran diferentes especies de animales, plantas, hongos y bacterias capaces de producir su propia luz, a todos estos organismos los conocemos como bioluminiscentes por esta cualidad tan peculiar. Sin embargo, la gran mayoría de estos organismos son

habitantes de las profundidades de los océanos.

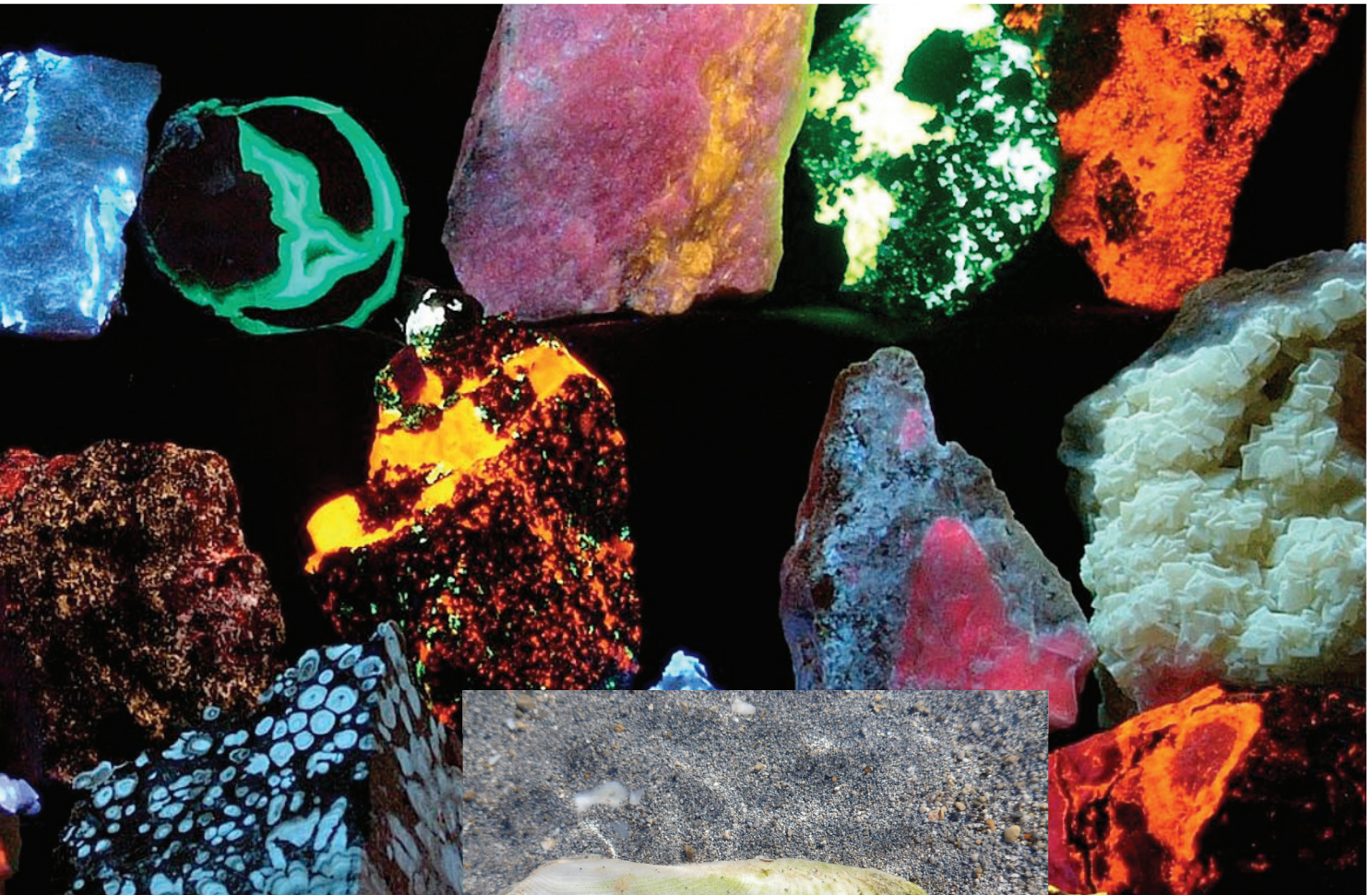
Pero te preguntarás, ¿Para qué utilizan esta propiedad de producir luz?

pues bien, muchos de estos organismos utilizan la bioluminiscencia para atraer pareja, como camuflaje o como señal de alarma e incluso como anzuelo para atraer presas, como es el caso del pez *Melanocetus johnsoni* que utiliza su antena bioluminiscente con dicho propósito.

Otro ejemplo es la medusa *Aequorea victoria*, la cual produce un resplandor de color verde cuando ésta es sacudida.

¿Pero cómo estos organismos producen luz?

Esto es a causa de una reacción química. En el año de 1887 el científico Frances Raphael Dubois al trabajar con el molusco *Pholas dactylus* encontró a las moléculas responsables de

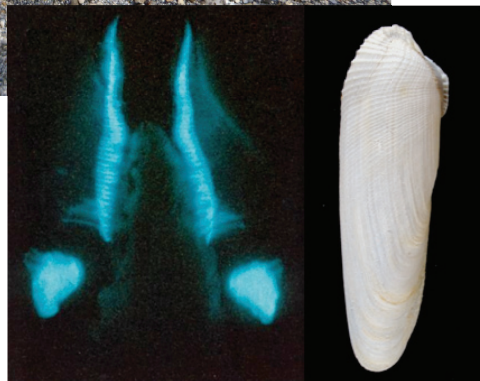


su bioluminiscencia. Estas moléculas están formadas por dos proteínas, las cuales funcionan en conjunto, una de ellas actúa como enzima de activación de la segunda. Basándose en la palabra Lucifer que significa "portador de luz", le asignó el nombre de Luciferasa a la proteína (enzima) activadora y luciferina a la proteína que producía el resplandor.

Este descubrimiento ayudó a otros científicos a encontrar los sistemas por medio de los cuales se producía la bioluminiscencia en varios organismos y posteriormente a las moléculas identificadas se les encontró aplicación en biomedicina.

Proteínas Fluorescentes

Entre los científicos más destacados en los estudios de la bioluminiscencia en organis-



mos se encuentra el premio Nobel de Química del 2008, el Dr. Osamu Shimomura (Osaka, Japón), quien es un ejemplo de lucha contra la adversidad, justo después de la segunda guerra mundial recibió su título en 1951

de la licenciatura en ciencias farmacéuticas en la entonces devastada Universidad de Nagasaki, recordemos que Nagasaki fue una de las dos ciudades Japonesas en donde explotó una bomba atómica, y el joven Shimomura prácticamente fue autodidacta, ya que los pocos profesores que sobrevivieron a la guerra eran inexpertos.

El Dr. Shimomura a sus 27 años observó por primera vez el fenómeno de bioluminiscencia en un crustáceo *Cypridina hilgendorffi* (Luciérnaga marina, no más grande que una semilla de ajonjolí), utilizada por los japoneses durante la segunda guerra mundial para iluminar sus mapas. El Dr. Shimomura bajo la asesoría de su mentor, el Profesor Yoshimasa Hirata, finalmente logró aislar de este crustáceo, la molécula responsable de la bioluminiscencia.

Este descubrimiento le permitió tanto la obtención su grado de Doctor en Ciencias por la Universidad de Nagoya, Japón y además le permitió ingresar al equipo de trabajo del Dr. Frank Johnson en la Universidad de Princeton (New Jersey, USA), con quien comenzó a estudiar a la medusa *Aequora victoria* (la que se mencionó anteriormente), que presenta un destello bioluminiscente de color verde.

El resultado de aquella investigación rindió frutos cuando lograron aislar a dos proteínas, la primera a la que denominaron Aequorina que brindaba un destello azul en presencia de calcio (Ca^{2+}) y la segunda que producía luz de color verde al recibir una haz de luz en el rango del UV; ésta es conocida como "Proteína verde fluorescente" (GFP por sus siglas en inglés).

Poco después, el Dr. Shimomura y otros investigadores se percataron de la relación existente entre ambas proteínas. La Aequorina activada por el Ca^{2+} presente en las aguas marinas producía luz azul, la cual es captada por la proteína GFP produciendo fluorescencia verde. En-



tendiendo así como es que la medusa produce su propia bioluminiscencia.

El Dr. Shimomura no imaginó el gran impacto que generaría este descubrimiento, ya que estas proteínas son utilizadas hoy en día en el área de la biomedicina como marcadores de moléculas muy útiles, los cuales nos permiten explorar diferentes eventos biológicos en diversos tipos de células.

Otros colores de proteínas

La proteína verde fluorescente (GFP) ha sido muy importante por lo que los científicos continúan trabajando con ella. La primera innovación fue potencializar la fluorescencia producida por la proteína, modificando algunos de sus aminoácidos con lo cual se consiguió aumentar la intensidad de la luz producida y mejorar su estabilidad (es decir que durará más tiempo), el resultado de este trabajo fue la EGFP (Enhanced Green Fluorescent Protein).

Hoy en día con la manipulación de proteínas se ha obtenido una amplia gama de colores derivadas de la GFP original, cubriendo la mayoría de las longitudes de onda del espectro de luz visible (todos los colores del arcoiris prácticamente).

Además, de que el esfuerzo en esta área de investigación ha permitido encontrar y aislar proteínas fluorescentes de diferentes colores provenientes de corales, medusas y otros organismos, tal es el caso de la DsRed, proteína fluorescente proveniente del coral falso *Discosoma sp.*

Proteínas fluorescentes y biomedicina

Las proteínas fluorescentes fueron utilizadas por primera vez en bacterias y a partir de ellas se comenzaron a utilizar en plantas, células de mamíferos y en hongos. Las proteínas fluorescentes son utilizadas como marcadores biológicos para el estudio de la cinética e interacción de otras proteínas implicadas en diversos fenómenos dentro de los organismos, pero la gran ventaja que poseen estos marcadores, es que nos permiten monitorear dichos eventos *in vivo*, lo que ningún otro marcador molecular visual puede realizar.

De hecho, actualmente se pueden marcar órganos (como el corazón o el cerebro) de animales para entender procesos durante el desarrollo de un órgano en un individuo vivo. Un ejemplo de ello es el poder marcar proteínas de las neuronas, lo que permite observar y estudiar los diferentes procesos que ésta lleva a cabo mientras está viva.

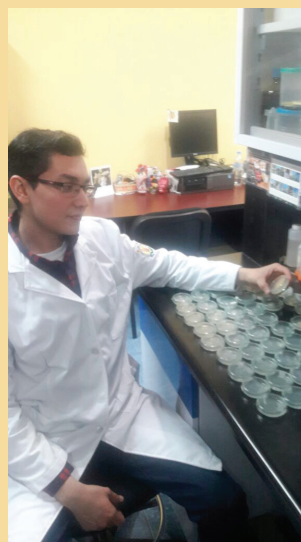
Lo mejor de este tipo de marcadores es que no afectan a la función de la proteína a la que se unieron, además de no necesitar moléculas o medios especiales para activarse, solo basta con pasar un haz de luz de la longitud de onda necesaria.

En estudios de biología molecular, estas proteínas fluorescentes han permitido estudiar la interacción de proteínas que se encuentran a una distancia menor de 12 \AA de separación (1 \AA , Armstrong es una unidad de longitud, equivalente a la diez mil millonésima parte del metro, $0.000,000,000,1$ metros).

En conclusión, la naturaleza nos sorprende con moléculas que realizan funciones extraordinarias como las proteínas fluorescentes y que son una fuente de luz para el conocimiento científico.



Dr. Víctor Meza Carmen es Profesor-Investigador adscrito al Instituto de Investigaciones Químico Biológicas, ambos de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.



David Vargas Tejeda fue alumno de la licenciatura de Químico Farmacobiología y se graduó mediante su trabajo de tesis tratando de implementar herramientas celulares para la observación de proteínas fluorescentes en un sistema fúngico.

SaberMás

Shimomura O. et al. 1962. Extraction, purification and properties of aequorin, a bioluminescent protein from the luminous hydromedusa, Aequorea. J. Cell. Comp. Physiol. 59: 223-239.

Lucas J.J. 2009. El descubrimiento de las proteínas fluorescentes y su utilidad en la investigación biomédica (Premio Nobel de Química de 2008) An R. Acad. Nac. Farm., 75 (1): 99-212.

<https://www.analesranf.com/index.php/aranf/article/viewFile/925/908>

Posada-Swofford A. 2014. Osamu Shimomura y la medusa de cristal. ¿Cómo ves?, 187:10-14.

<http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/187/osamu-shimomura-y-la-medusa-de-cristal>

Artículos



Tú cáncer yo libra

Javier Ríos Valencia y María de Jesús Ortiz González

Pocas enfermedades provocan más temores al ser humano hoy día, que el cáncer, ya que a pesar de los avances en el diagnóstico y tratamiento (ver Saber Más 28:18-23), aún persiste la idea de muerte en torno a este padecimiento, cada vez más frecuente y que ocupa una de las primeras causas de fallecimientos en casi todo el mundo.

Y, ¿qué es el cáncer?

El cáncer (neoplasia maligna) puede entenderse como un grupo de alteraciones que comienza a nivel celular y luego se transforma en un padecimiento que, si se deja evolucionar naturalmente, alterará las estructuras de todo el cuerpo. Willis en 1950 definió la palabra neoplasia como “una masa de tejido cuyo crecimiento

excede la velocidad del tejido normal y persiste a pesar de que los estímulos que lo desencadenaron hayan desaparecido”.

En la célula como unidad básica morfo-funcional, se llevan a cabo todas las funciones que caracterizan a las formas vivientes en la naturaleza (nutrición, crecimiento, reproducción y metabolismo, entre otras) y algunas más complejas que la vuelven autosustentable; la enfermedad es la manifestación del desequilibrio entre la célula y el medio que la rodea. Las funciones celulares ocurren en estructuras llamadas orgánulos, tales como la mitocondria, encargada de producir la energía y el núcleo, que contiene el material genético y regula actividades celulares como la síntesis proteica, la reproducción y la muerte celular programada o apoptosis.

Javier Ríos Valencia es Médico egresado de la Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas “Dr. Ignacio Chávez” de la UMSNH, actualmente es Médico Interno de Pregrado en el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán.

María de Jesús Ortiz González es Médico, profesora investigadora de la Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas “Dr. Ignacio Chávez” de la UMSNH.

En condiciones de salud, las células se dividen con la frecuencia necesaria dependiendo del tipo, localización y funciones que realiza el tejido u órgano al que pertenecen, y puede ir desde días hasta años; por ejemplo, el epitelio de la piel se renueva aproximadamente cada 10 días, pero puede cambiar su patrón ante lesiones como las quemaduras; en cambio algunas neuronas tardan hasta 10 años en finalizar una división.

¿Cómo se produce el cáncer?

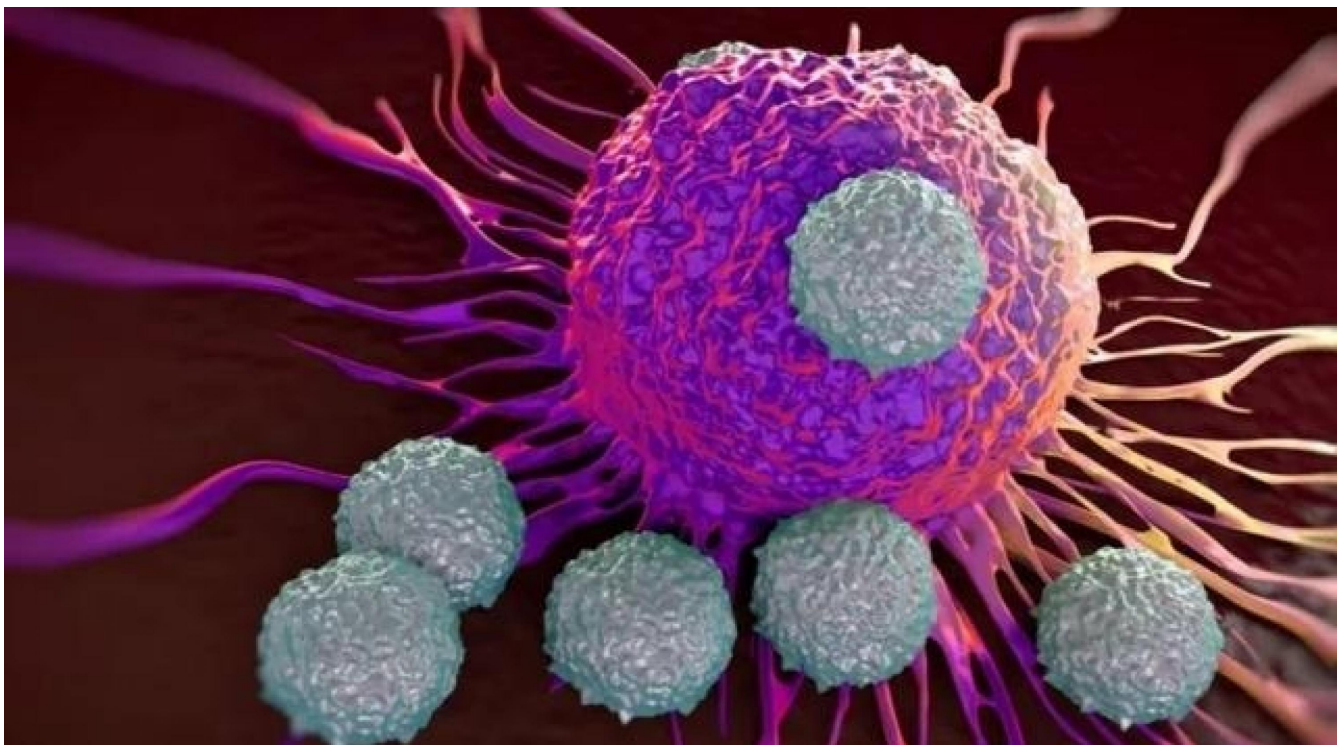
La clave para entender el cáncer está en la reproducción celular, porque más que una enfermedad aislada, es el conjunto de alteraciones profundas que comienzan en la coordinación inadecuada de la división celular, donde aparecen como protagonistas indispensables algunas sustancias denominadas factores de crecimiento (GF) que autorizan el proceso, así como sus antagonistas, los Inhibidores del crecimiento (GI), que hacen la función opuesta y complementaria a los GF para autorregular cada tejido y órgano del cuerpo. Estos factores se producen en la matriz extracelular (MEC) que a nivel macroscópico constituye el estroma. Una vez que el GF se une a su receptor, la célula echa andar mecanismos

para confirmar que es necesaria su división y llevarla a cabo, todo a través de un sistema conocido como 'ciclo celular'.

El ciclo celular es un calendario que rige la división de la célula por un complejo de pasos. Se divide en interfase y 'fase M' (mitosis o meiosis) si está dividiéndose como respuesta al estímulo de un factor de crecimiento. En la fase M, si es mitosis (de las células de todo el cuerpo) se hace una copia completa del ADN y si es meiosis (de células sexuales: óvulo y espermatozoide) sólo la mitad del material genético se hereda a las células hijas, por lo que durante la fecundación se aporta el ADN de ambos progenitores.

Otro proceso de máxima relevancia en las funciones celulares que se afecta sustancialmente en la transformación de las células normales a neoplásicas, es la diferenciación celular, entendida como el compromiso que una célula adquiere durante su génesis, para ser parte de un linaje específico y llevar a cabo las actividades destinadas al mismo.

Las lesiones ambientales determinan alteraciones adquiridas en el genoma llamadas mutaciones pues son irreversibles, heredables y constituyen las bases de las múltiples desregula-



ciones o alteraciones en el control de la división celular observadas en el cáncer y en otras patologías. El proceso de malignización de una célula normal requiere de cinco a diez mutaciones donde cada mutación representa una desregulación, que finalmente culminará en la división celular sin control.

El cáncer en general, se caracteriza porque sus células escapan al reconocimiento del sistema inmune, presenta profundas alteraciones del crecimiento, sus funciones celulares se encuentran abolidas y mantiene una estructura histológica aberrante o muy distinta del tejido original, además tiene trastornos en la apoptosis y capacidad de hacer metástasis (crecimientos a distancia del mismo tumor) así como para crear nuevos vasos sanguíneos para su nutrición y eliminación de desechos tumorales.

Casi todas las variedades de cáncer comparten estas características, pero los tumores malignos incrementan su malignidad con el tiempo, ya que aprenden a vivir bajo el yugo de las quimioterapias, resisten las cirugías cuando

se les extirpa y toleran altas dosis de radiación conforme los tratamientos avanzan. En este sentido, los pacientes que han sobrevivido a un tumor maligno primario raramente logran hacerle frente a un segundo de manera satisfactoria, debido a la progresión tumoral o proceso donde se seleccionan aquellas células de un tumor capaces de sobrevivir a los ambientes más inhóspitos propiciados por los tratamientos antes mencionados.

Desde el punto de vista celular y molecular, la ciencia describe un perfil neoplásico maligno caracterizado por el mantenimiento de las señales proliferativas del crecimiento, inhibición de las señales supresoras del crecimiento, evasión de la destrucción inmune, habilitación de inmortalidad replicativa, inflamación inducida por el tumor, invasión activa y metástasis, inducción de la angiogénesis, mutaciones e inestabilidad genómica, resistencia a la muerte celular programada (apoptosis) y desregulación en el balance energético celular.





¿Qué provoca el cáncer?

El proceso de transformación de una célula normal a cancerosa es largo y complejo, debido a que el organismo está dotado de cientos de controles para impedirlo. Esto implica dificultades en la identificación de las causas precisas y nos lleva a hablar de factores que lo propician, mismos que pueden dividirse en genéticos y ambientales.

Desde la perspectiva genética, hay familias con individuos portadores de alteraciones a nivel genético cuya predisposición al cáncer es muy elevada, por lo que los síndromes que estas lesiones generan son incluso llamados pre-neoplásicos.

Respecto a los factores ambientales, el consenso científico mundial asigna una proporción de 60/40 de los primeros sobre los genéticos, y entre los más importantes están:

- Sustancias en productos de uso diario (jabones, lociones, cremas).
- Alimentos de origen industrial o bien, adicionados de conservadores.

- Inhalación de humo del tabaco.
- La niebla tóxica presente en la mayoría de las grandes metrópolis.
- Los rayos ultravioleta provenientes de la luz del sol.
- Algunos medicamentos.
- Exposición a los rayos X (Roetgen) y/o tratamientos de radioterapia.
- Sustancias contenidas en los insecticidas, fertilizantes.
- La infección por algunos microorganismos (Ej. virus del papiloma humano, *Helicobacter pylori*, etc.).
- Enfermedades crónicas (Ej. silicosis, berliosis).
- Procesos inflamatorios crónicos (hepatitis crónica, quemaduras no resueltas, entre otras).

Cabe aclarar que algunos factores ambientales hacen sinergia, es decir, pueden potenciarse mutuamente acelerando aún más la transformación tumoral.

¿Cómo se manifiesta el cáncer?

Existen síntomas y signos que pueden considerarse alertas generales de cáncer: pérdida de peso, fatiga, problemas de la coagulación, dolor tardío y otros estados de co-morbilidad debido a las aberraciones genéticas que acumulan algunos tumores, y puede asociarse a osteoporosis, diabetes, gigantismo, etc. Además de lo anterior, el diagnóstico se orienta también por la sintomatología propia de las metástasis, tales como las crisis epilépticas en tumores cerebrales, derrames pulmonares, pigmentación amarillenta de la piel y mucosas por obstrucción de las vías biliares por dar algunos ejemplos.

¿Se puede prevenir el cáncer?

Desafortunadamente aún no se puede cambiar la herencia genética de las personas, pero sí es posible modificar algunos factores desencadenantes del padecimiento, como es el disminuir la exposición a fuentes de radiación naturales y artificiales, a la exposición al humo del cigarrillo o al derivado de fábricas en zonas industriales, evitar las enfermedades prevenibles por vacuna y relacionadas con el cáncer (VPH y VHB), disminuir el consumo de productos industrializados preservados con sustancias con probado efecto nocivo (nitrosaminas) de origen animal.

La carcinogénesis es un proceso prolongado que implica la integración de muchos factores cuya característica esencial es la desregulación celular que prevalece como resultado de estas lesiones. La vida animal sucede entre los ciclos de muerte y renovación celular, donde una intrincada red de control genómico coordina las respuestas celulares en base a los estímulos del medio externo, el dogma es simple: toda célula que amenaza al organismo debe morir.

La célula cancerosa es la más "autosustentable y egoísta" de la naturaleza, pues manipula su entorno y al sistema inmune para asegurar su existencia, se torna prácticamente "inmortal" al abolir la apoptosis y producir sus propios factores de crecimiento, recluta capilares para satisfacer sus necesidades y extenderse a órganos secundarios, y es capaz de aprender a vivir en ambientes con poco oxígeno y nutrientes, además de adaptarse y resistir los tratamientos anti-neoplásicos convencionales.

Las causas que provocan el cáncer son múltiples e imprecisas, lo que dificulta su prevención; no obstante, dado que se conoce la participación de factores de riesgo ambientales modificables, sobre una base genética que no se puede cambiar a placer, es claro que en tanto la ciencia da nuevas luces sobre esta última, es prudente atender las recomendaciones orientadas a retrasar su aparición para librarnos del cáncer.



Hallmarks of Cancer: The Next Generation. Hanahan, Douglas et al.
Cell, Volume 144, Issue 5, 646 - 674
Robbins S, Cotran R, Kumar V, Abbas A, Aster J.
Pathologic basis of disease. Philadelphia, PA: Saunders

Elsevier; 2015.

Chandrasoma P, Taylor C. Concise pathology. New York: McGraw-Hill Companies; 2001.

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs310/es/>



La Energía de la Vida

Mauricio Gómez Gallardo

Todos los seres vivos necesitan de energía para sobrevivir, desde los organismos microscópicos como las bacterias y levaduras hasta los animales de gran tamaño como los elefantes y las ballenas. Esta energía se obtiene mediante el metabolismo de los alimentos consumidos y en el caso de las plantas y las algas marinas, también por el proceso de fotosíntesis. Ambos procesos son realizados por orgánulos celulares especializados conocidos como mitocondrias y cloroplastos.

Los nutrientes necesarios para el crecimiento, desarrollo, reproducción y supervivencia como base de la vida son: los carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos que adquirimos mediante la alimentación, y que posteriormente son digeridos para su mejor asimilación por cada organismo y de esta manera obtener su

energía contenida en forma de enlaces químicos. Para entender la energía en los seres vivos, empezaremos definiendo metabolismo.

¿Qué es Metabolismo?

Se le denomina al conjunto de reacciones y procesos que ocurren en los organismos a nivel celular y se subdivide en dos procesos interrelacionados. El primero de ellos es el catabolismo que consiste en el conjunto de reacciones que liberan energía mediante la degradación de compuestos, en este caso, los alimentos que consumimos (Figura 1). El segundo es el anabolismo, que requiere de la energía obtenida para reconstruir compuestos formando nuevos enlaces químicos, éstos que unen a los átomos para formar moléculas y con ello favorecer el desarrollo y crecimiento de los seres vivos, como ocurre

M. C. Mauricio Gómez Gallardo, estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas.

Laboratorio de Biotecnología Microbiana. Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas. UMSNH

con nuestros huesos y músculos. Estos procesos son dependientes y están acoplados.

La principal característica del metabolismo es su alta similitud en la forma que se sintetizan los compuestos y se degradan los alimentos en los seres vivos, donde las reacciones químicas que ocurren en ambos procesos se encuentran conservadas incluso entre especies muy diferentes. De manera que:

-comparándonos con una hormiga, tenemos básicamente el mismo metabolismo-

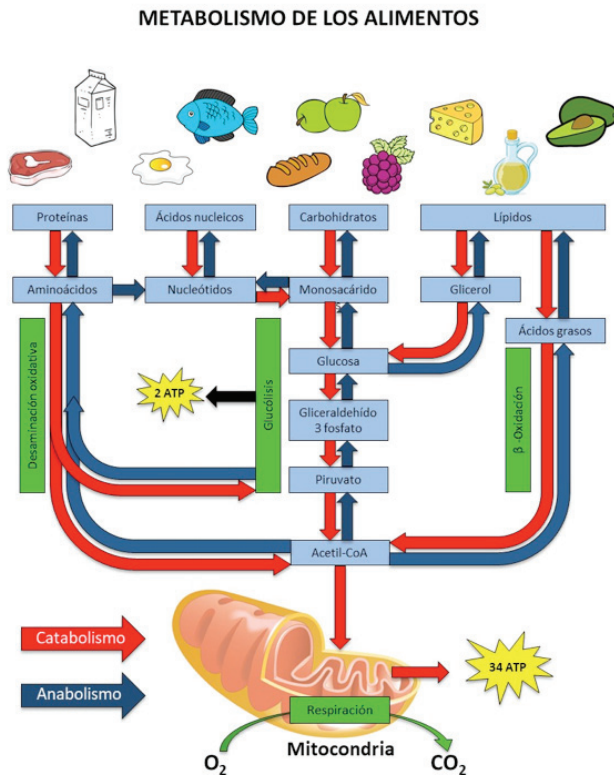


Figura 1. El Metabolismo comprende dos procesos acoplados, el Catabolismo encargado de la degradación de los alimentos que genera energía (ATP) y el Anabolismo que permite la formación de nuevos compuestos para el crecimiento y desarrollo. Este proceso es más eficiente por las Mitocondrias que realizan las reacciones Oxidación-Respiración dentro de las células.

Biomoléculas Básicas del Metabolismo

El metabolismo se lleva a cabo debido a la formación y degradación de biomoléculas básicas como los son los lípidos, carbohidratos, proteínas y ácidos nucleicos, que a su vez están constituidas por estructuras o compuestos químicos más sencillos denominados monómeros (Cuadro 1, Figura 2).

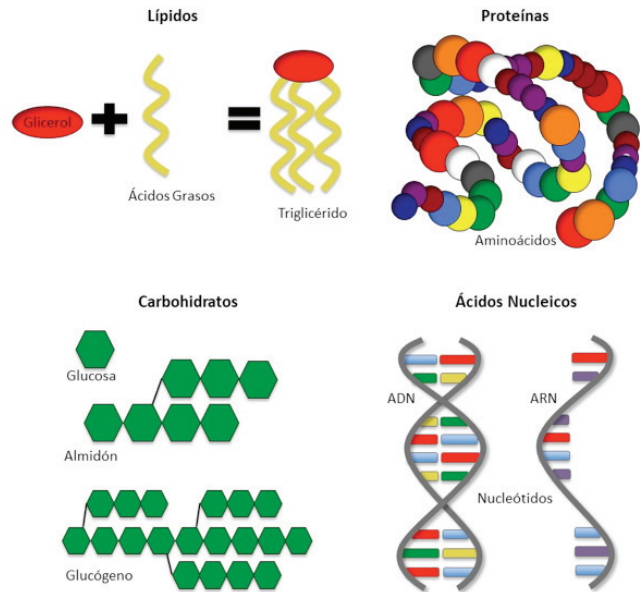


Figura 2. Las Biomoléculas Básicas que se metabolizan están formadas por compuestos más sencillos. Los lípidos tienen glicerol y ácidos grasos, los carbohidratos se forman por la unión de monosacáridos (como la glucosa), las proteínas mediante la unión de los distintos 20 aminoácidos y los ácidos nucleicos por una o dos cadenas de nucleótidos (ARN y ADN respectivamente).

Cuadro 1. Ejemplos de monómeros de diferentes moléculas

Tipo de Molécula	Monómero
Lípidos	Ácidos grasos y Glicerol
Carbohidratos	Monosacáridos
Proteínas	Aminoácidos
Ácidos Nucleicos	Nucleótidos

Los lípidos son compuestos que cumplen diversas funciones en los seres vivos, sirviendo de reserva energética, para el caso de los triglicéridos presentes en la sangre; también desempeñan funciones estructurales dando forma, delimitando y protegiendo nuestras células mediante la formación de fosfolípidos en las membranas celulares; y regulando vías metabólicas y la producción de hormonas en hombres y mujeres (progesterona, testosterona y estrógenos) a través del colesterol en nuestro organismo.

Los carbohidratos también conocidos como glúcidos, sacáridos o comúnmente azúcares, son los compuestos orgánicos más abundantes en la naturaleza, están formados por carbono, hidrógeno y oxígeno, y poseen una alta cantidad de energía almacenada que se obtiene al ser oxidados (digeridos en el estómago). Éstos cumplen dos funciones fundamentales: como moléculas energéticas directas (glucosa) y de almacenamiento (almidón y glucógeno), además de tener una función estructural, formando la pared celular de microorganismos (levaduras y bacterias) y células vegetales (plantas en general).

Por su parte, las proteínas son las biomoléculas más versátiles y diversas, formadas por cadenas lineales de aminoácidos unidos entre sí por un enlace característico denominado "enlace peptídico". Estas estructuras se ensamblan utilizando la información codificada en el ADN, formados por la combinación de los 20 aminoácidos existentes en la naturaleza, algunos de los cuales somos capaces de sintetizar y otros debemos obtenerlos específicamente de los alimentos consumidos.

Las funciones que desempeñan las proteínas son muy diversas y de acuerdo a ello se clasifican en: Proteínas Catalíticas, realizan reacciones químicas de manera rápida y eficiente en nuestras células; Reguladoras, mantienen en equilibrio las funciones de la célula; Estructurales, dan soporte, resistencia y forma a las células junto con los fosfolípidos; de Transporte, llevando nutrientes dentro de las células y en el organismo; de Defensa, protegen el organismo generando anticuerpos y evitando así enfermedades e infecciones; y finalmente como Receptoras, percibiendo señales dentro y fuera del organismo desencadenando una respuesta celular específica, como es el caso de la insulina que regula los niveles de glucosa en la sangre.

Por último, tenemos a los ácidos nucleicos que están formados por la repetición de subunidades de nucleótidos, dando origen a dos tipos: el ADN (ácido desoxirribonucleico), que contiene dos bases nitrogenadas purínicas, la adenina y la guanina, y dos pirimidínicas, la timina y la citosina; y al ARN (ácido ribonucleico), que contiene

también adenina, guanina, citosina y en vez de la timina, uracilo. El ADN está constituido por dos cadenas nucleotídicas paralelas, es la biomolécula que contiene la información genética usada para el desarrollo y funcionamiento de todos los organismos vivos, y responsable de su transmisión hereditaria a partir de la cual se forman el ARN y las proteínas, lo que se conoce comúnmente como código genético. El ARN por su parte está formado por una cadena simple de ribonucleótidos, y desempeña un papel intermediario dirigiendo la síntesis de proteínas, transmitiendo así la información contenida en el ADN.

Una vez que hemos conocido o recordado las biomoléculas indispensables para la vida, pasaremos a entender los procesos de obtención de energía a nivel celular -la bioenergética-.

Bioenergética

Para entender como se realiza el metabolismo en los organismos y determinar de que manera se obtiene la energía que permite la vida, el estudio de la Bioenergética, nos ha permitido conocer como es la adquisición, el intercambio y la utilización de la energía en los seres vivos. Dentro de ésta, encontramos la energía generada por el movimiento de los átomos y las moléculas, la energía de los enlaces químicos y las interacciones entre moléculas.

Primera Ley.- Todo ello está determinado por leyes y principios básicos, entre los que encontramos la primera ley o de conservación de la energía la cual establece que, aunque la energía se puede convertir de una forma a otra, la energía total del sistema permanece constante; de forma que, una parte de la energía que obtenemos de los alimentos es utilizada para crecer y desarrollarnos, otra para reparar y generar nuevas células, otro tanto produce el calor que mantiene la temperatura de nuestros cuerpos y el resto es eliminado de nuestro organismo, al no poder metabolizarla completamente.

Segunda Ley.- Por su parte, ésta establece que, todos los procesos ya sean químicos o biológicos progresan hacia una situación de desorden. Esto refleja simplemente nuestra concepción del sentido común que "cuando se dejan solas las cosas, éstas no se colocan de la forma más orde-

nada". De esta manera, las células son capaces de realizar la conversión de distintas formas de energía y pueden también intercambiarla con su entorno, donde el ATP (trifosfato de adenosina), es la molécula energética que sirve de conexión entre los sistemas que producen y los que utilizan energía de una forma controlada y ordenada.

-Así, la energía está en constante cambio y regeneración, permitiendo el desarrollo de la vida-

Respiración-Oxidación

En los organismos vivos la mayor parte de la energía necesaria para las reacciones metabólicas procede de la oxidación de sustratos orgánicos, los cuales denominamos anteriormente biomoléculas básicas. Este proceso también es conocido como respiración, donde el oxígeno que inhalamos permite la oxidación de los lípidos, carbohidratos, proteínas y ácidos nucleicos que consumimos en los alimentos y generando el CO₂ que exhalamos. Dada esta tendencia y a la abundancia de oxígeno en nuestra atmósfera, no es de extrañar que los organismos aerobios hayan adquirido la capacidad de obtener energía a partir del metabolismo oxidativo de estos compuestos (Figura 3).

La mayor parte de la energía metabólica procedente de la oxidación ocurre a través de una serie de pequeños pasos, de acuerdo al tipo de sustrato, donde los carbohidratos son degradados por una ruta de diez pasos llamada glucólisis, los lípidos mediante la β-oxidación (beta-oxidación), las proteínas mediante transaminación o desaminación oxidativa y por último los ácidos nucleicos, que no siempre son degradados en su totalidad, sino que los nucleótidos se reciclan nuevamente. Todas estas rutas metabólicas convergen en la obtención de una molécula en común llamada Acetil-CoA, la cual es posteriormente utilizada por las mitocondrias, que se encargarán de producir el ATP, o molécula energética utilizada por todas las células.

¿Qué son las Mitocondrias?

Las mitocondrias son los orgánulos encargados de generar la mayor parte de la energía necesaria para la actividad celular, se caracterizan por poseer una doble membrana y en su in-

terior se alojan los complejos respiratorios (I, II, III, IV y V) necesarios para la generación de energía en forma de ATP. Por ello se ha considerado a las mitocondrias como las centrales energéticas de la célula (Figura 3). En ellas la energía es canalizada en forma de cargas positivas (protones H⁺) y negativas (electrones e⁻) provenientes de la Acetil-CoA, como ocurre en los polos de las pilas de nuestros celulares, controles remotos y automóviles. Estas cargas generan una corriente eléctrica que permite el movimiento de una proteína motora (el complejo respiratorio V o ATP sintasa), que finaliza con la formación de ATP.

Debido al metabolismo respiratorio de las mitocondrias, la eficiencia que se obtiene para cada molécula de glucosa (azúcar) es de 36 moléculas de ATP y el resto se libera en forma de calor. De lo contrario, sin ayuda de estos orgánulos celulares tan especializados solo obtendríamos 2 ATPs.

-Por esta función tan importante que realizan las mitocondrias, son consideradas la Energía para la Vida-

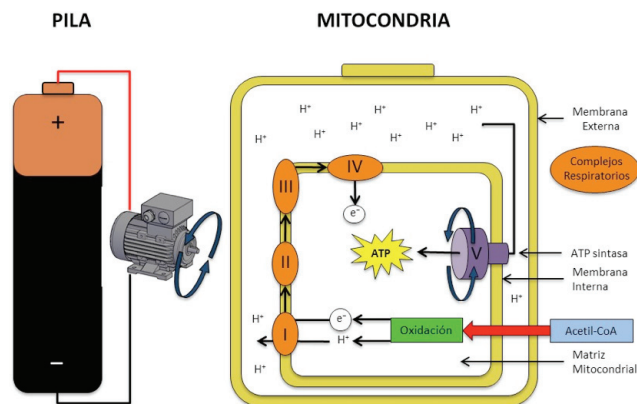


Figura 3. La Mitocondria funciona como una pila alcalina, donde la energía de los alimentos obtenida del Catabolismo, en forma de protones (H⁺) y electrones (e⁻) procedente de la oxidación de la Acetil-CoA, permiten la movilidad de la ATP sintasa (Complejo Respiratorio V) similar a un motor eléctrico, generando así el ATP necesario para las distintas funciones celulares que permiten la vida.

SaberMás

Mathews C.K., Van Holde K.E., Ahern K.G. 2002. Bioquímica. Pearson Education. 3ª Edición. Capítulo 13-22.

Nelson D.L., Cox M.M. 2009. Lehninger: Principios de Bioquímica. Omega. 5ª Edición. Capítulo 13-23.

Tecnología

Nanosatélites, la nueva tendencia en el espacio

Rafael Salgado Garciglia



Los nanosatélites, satélites de poco tamaño y bajo peso, son lo nuevo en comunicación espacial y han sido diseñados para diferentes actividades como observar nuestra luna y nuestro planeta a más detalle, así como en reparaciones de los satélites comunes. Además, ya algunos nanosatélites monitorean oleoductos, pozos petroleros, campos agrícolas, glaciares, la detección de rayos, la medición de la vegetación y la humedad de suelo. Su gran aportación es brindar acceso a internet a cerca de 3 mil millones de personas en el mundo, que no pueden hacerlo por las redes de distribución tradicionales.

Para ser considerado un nanosatélite, deben de tener una masa 1 y 10 kg, aunque ya hay prototipos con masas menores a 1 kg. Los avances en microelectrónica y de la tecnología actual han dado como resultado la fabricación de este tipo de satélites artificiales, empleando técnicas de bajo costo y con una producción masiva. El

tamaño y peso reducido han sido factores positivos en conseguir una máxima precisión, pero prestaciones modestas como las comunicaciones en diferido, observación y la medida de diversos parámetros.

Pequeños y de bajo costo

Con el lanzamiento de estos pequeños satélites, inicia otra etapa en el acceso a la tecnología espacial, en la que diversas empresas y no solo las agencias espaciales, pueden hacer uso de estos recursos, debido a que son de bajo costo y de una inversión menor, si los comparamos con los satélites comunes.

Sin embargo, actualmente solo las empresas dedicadas a la comunicación espacial pueden costear ya sea su fabricación o la compra, por lo que están naciendo en diferentes países este tipo de compañías que ofrecen los servicios para los que han sido diseñado lo nanosatélites. También

Institutos Tecnológicos, Universidades y empresas pequeñas están dedicadas a diseñar, fabricar y lanzar este tipo de satélites.

Hoy cuestan entre 50 y 100 mil dólares, y el lanzamiento va de 20 a 50 mil dólares por kilogramo.

Los nanosatélites están formados por tres unidades y sus medidas generalmente son 3x10x30, de los cuales actualmente hay entre 600 y 700 proyectos en el mundo. Su lanzamiento ahora se realiza aprovechando otras misiones, por lo que ahora siempre están sujetos a que exista la oportunidad y haya disponibilidad de los viajes.

Empresas y nanosatélites

En Estados Unidos de Norteamérica, en el 2013, una de las primeras empresas que fabrica nanosatélites es "Other 3 billion" (O3b), lanzó los primeros prototipos al espacio, pero eran medianos de unos 700 kilos con órbitas terrestre bajas (8,000 kilómetros de distancia) con fines de dar servicio de Internet. También, la empresa Space X, que nació con la meta de bajar el costo de los lanzamientos, que también tiene el proyecto de llevar humanos a Marte, ofrecen un gran número de nanosatélites (aprox. 4 mil) para dar servicios de comunicación.

Algunas empresas de Argentina ya han lanzado nanosatélites al espacio, como Satellogic, primera empresa privada argentina que produce pequeños satélites como "Capitán Beto", "Manolito", "Tita", "Fresco", "Batata" y "Milanesat", que realizan actividades para las industrias del petróleo, gas y agrícolas.

En España, se ha lanzado el NANOSAT con menos de 20 kg de peso, es un nanosatélite desarrollado por el Instituto Nacional de Tecnología Aeroespacial de España, que lleva a bordo cuatro experimentos, que pretenden demostrar el uso de varias tecnologías nuevas; El "CHASQUI I", primer nanosatélite de La Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) del Perú, será lanzado al espacio, éste mide sólo 10 centímetros por lado y es de 1 kg, permitirá tomar fotografías de la tierra para diferentes estudios climáticos, forestales y arqueológicos; el nanosatélite, cuyas siglas significan Organismo/Orgánico Expuesto al Estrés Orbital (O/OREOS), ha recorrido casi todo

el mundo entre los círculos polares Ártico y la Antártida a más de 400 kilómetros sobre la superficie de la Tierra, es de apenas unos 5.4 kg y es el primer CubeSat lanzado por la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA, por sus siglas en inglés); también está el EXOPLANETSAT, primer satélite diseñado por los Laboratorios Draper y el Instituto Tecnológico de Massachussets (EE.UU.) para buscar planetas similares a la Tierra fuera de nuestro sistema solar, tiene un volumen de tres litros, posee 10 centímetros de alto, 10 centímetros de ancho y 30 centímetros de largo fuera de nuestro sistema solar o exoplanetas, los cuales podrían albergar vida; y en este Instituto se ha diseñado el "Synchronized Position Hold Engage and Reorient Experimental Satellite", por sus siglas en inglés SPHERES, que son pequeños satélites prácticamente esféricos, de 20 centímetros de diámetro; y otros nanosatélites han sido fabricados y lanzados por otros países como los de la Comunidad Europea, Japón, Israel, Emiratos Árabes Unidos, India, entre otros más.

Nanosatélites en México

También en nuestro país hay diseño, manufactura y pronto el lanzamiento de nanosatélites, debido a la gran demanda nacional y de la comunidad internacional. Sin embargo, por los presupuestos de lanzamientos, considerados aún de alto costo, la mayor parte está en la etapa de investigación en universidades.

Entre los nanosatélites diseñados en México, tenemos el Ulises 1, desarrollado en el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE) a iniciativa del Colectivo Espacial Mexicano, con una misión muy particular, ya que aparte de ciencia y tecnología, es un experimento social y artístico, ya que lleva a bordo arte sonoro y poemas, unos en clave morse. Ulises 1 fue lanzado el 4 de diciembre de 2015 desde una plataforma durante la Feria Internacional del Libro de Guadalajara (FIL) y durante 2016 brindó datos importantes de su misión, de ese proyecto derivaron Ulises 2 y Ulises 3. Este nanosatélite fue el inicio en la historia del espacio mexicano y forma parte de la primera generación de una constelación de satélites de la nueva época espacial.



Se han lanzado diversos tipos de nanosatélites diseñados por estudiantes de algunas universidades mexicanas, pero que son prototipos solo de lanzamiento y no de órbita. Como el Nano Connect del Laboratorio de Instrumentación Espacial (LINX) del Instituto de Ciencias Nucleares (ICN) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), con el objetivo de verificar que sus componentes funcionan en condiciones suborbitales, y otros diseñados y lanzados por el Centro de Investigación y Desarrollo en Telecomunicaciones Espaciales (CIDTE), de Zacatecas, y por el Centro de Ingeniería y Tecnología (CITEC), Valle de las Palmas, de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), Campus Tijuana.

En la carrera en ingeniería aeroespacial de la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla se ha diseñado un nanosatélite tipo Cu-

beSat que será puesto en órbita para el año 2019 con el apoyo de la NASA y la Agencia Espacial Mexicana (AEM), fue llamado AzTechSAT-1 y su misión consiste en comunicarse con la constelación Globalstar para que participe de las transmisiones de señal en las telecomunicaciones terrestres.

Las perspectivas de lanzamiento y uso de los nanosatélites señalan que para el año 2022, unos 3 mil pequeños satélites surcarán el espacio. El número es asombroso, ya que desde 1957, unos 4 mil satélites han sido lanzados para orbitar nuestro planeta. Esto podría congestionar el espacio y deberán tomarse medidas para evitar la proliferación de desechos espaciales y los riesgos para los otros satélites como posibles accidentes con la chatarra espacial.

Una
probada
de
ciencia

El problema de los tres cuerpos

Horacio Cano Camacho

La ciencia ficción es una literatura formada por narraciones en las que el elemento principal es la especulación imaginativa. Parte de una pregunta principal: ¿Qué pasaría si...? a la que incorpora el "sentido de lo maravilloso", la inevitable sorpresa del lector ante los nuevos mundos, personajes, sociedades que el género propone.

La palabra ciencia en el nombre del género refleja el interés por analizar las consecuencias que los cambios en los conocimientos científicos y tecnológicos producen o van a producir en los individuos y organizaciones sociales. La ciencia ficción recurre a la presentación de hechos que difícilmente -o definitivamente- es imposible que se puedan producir, pero el hecho de que la ciencia nos niegue estas posibilidades no impide que sea factible especular sobre ellas u otras parecidas...

El libro que hoy recomendamos se inscribe muy bien en estas cualidades de la ciencia ficción (CF). Se trata de El problema de los tres cuerpos, primero de la trilogía de los tres cuerpos del escritor chino *Cixin Liu*. La trilogía está formada por los títulos "*El problema de los tres cuerpos*" (ISBN 9788466659734), "*El bosque oscuro*" (ISBN 9788466660921), ambos publicados en español por Ediciones B, España. El tercer título, aun sin aparecer en español se llama "Death's end" ("*El fin de la muerte*") que se espera aparezca en el 2018.

Liu es un fenómeno editorial en China, en donde sus libros se venden por millones. La traducción al inglés de El problema de los tres cuerpos le conquistó la crítica especializada y fue galardonado con el Premio Hugo y el Premio Nebula, los dos más prestigiados del género y los primeros que se le entregan a una novela no es-



crita originalmente en inglés. La ciencia ficción es un género típicamente anglosajón. Fue creada (al menos se les reconoce como tales) por los ingleses Mary Shelley y H.G. Wells y el francés Julio Verne, pero los más destacados y afamados escritores son norteamericanos. Hay algunas excepciones muy notorias como el polaco Stanislaw Lem y los soviéticos, hermanos Strugatsky.

Ahora la ciencia ficción tiene una nueva dirección y son los chinos quienes comienzan a destacar. Liu en estas novelas analiza la participación de China en la ciencia y la tecnología y por lo mismo especula sobre su influencia en el devenir del mundo, lo cual hace por sí misma interesante a su literatura. El libro de hoy aporta un nuevo enfoque a la CF, alejándola de los cánones tradicionales anglosajones.

El libro se centra en dos historias aparentemente ajenas. En una primera parte nos traslada

a los años de la Revolución Cultural china y en la segunda a una investigación en el presente sobre la extraña ola de suicidios entre científicos involucrados en ciencia básica. Ambos temas se van entrelazando de manera magistral en el primer contacto con una civilización extraterrestre...

A principios de la década de los 50's del siglo pasado el Partido Comunista Chino lanzó un ambicioso programa para aumentar la producción agrícola e industrial del país. Este programa se llamó El gran salto adelante e involucró la movilización de millones de personas del campo a las ciudades y viceversa. La idea era aprovechar el enorme potencial de recursos humanos del país y usarlo para sustituir a las máquinas –que no tenían- en el trabajo. El proyecto fue un enorme fracaso y llevó a millones a una hambruna terrible con la muerte de más de 10 millones de personas. Miles de intelectuales fueron asesi-



nados o llevados a la muerte social o internados en campos de concentración (reeducación les llamaban eufemísticamente) bajo condiciones terribles. La revolución Cultural terminó en una catástrofe y promovió la didencia en las filas del partido. El gobierno chino lanzó entonces la tristemente famosas guardias rojas, grupos paramilitares de jóvenes que espían, denunciaban y castigaban toda didencia. Lea el libro que le comentamos ahora y podrá tener una visión de la revolución cultural, contada por un chino, desde China...

En este ambiente terrorífico, una científica (una astrofísica) entra en un estado de depresión que le lleva a "enviar" un mensaje al espacio. Años después sabremos que este mensaje fue escuchado por alguien y hay consecuencias...

En la época actual, según la novela, muchos de los científicos están cometiendo suicidio. Las investigaciones encuentran que todos eran aficionados a un videojuego llamado El problema de los tres cuerpos, en donde el jugador entra en una dimensión que muestra un mundo, en donde el tiempo, el clima y toda la realidad son caóticos, lo que impide el desarrollo normal de cualquier acción. Este juego es uno de los recursos más originales de la novela. El problema de los tres cuerpos que da título a la novela es en realidad un problema de la física y las

matemáticas más sofisticados. En un artículo de este mismo número de Saber más se explica en que consiste, pero aquí sólo diremos que quien recibió el mensaje en el espacio realmente vive como en el juego, por lo que es imperativo para ellos afincarse en la tierra si desean sobrevivir.

No quiero contar más, lea el libro de Cixin Liu, es una novela original, con una imaginación desbordante y muchos estiman que es la avanzada de una verdadera invasión china de la ciencia ficción. Es imposible no ver las conexiones de Liu con algunos de los más grandes clásicos de la CF occidental, sin embargo, es mucho más. Si bien es una obra de fantasía y especulación, usa conceptos científicos de manera más o menos rigurosa, como el viaje por el espacio, el concepto de tiempo y caos. No recurre a explicaciones muy detalladas pero siembra la duda para que nosotros indagemos sobre los conceptos que menciona.

Hay también elementos de thriller y space opera pero con referentes culturales e históricos muy tangibles. Sus referencias a la revolución cultural, al manejo político del gobierno chino, la geopolítica de las potencias es muy novedoso dentro del género. Es una novela muy fresca e imaginativa. Yo he leído los dos primeros títulos de la trilogía y me parecen muy recomendables.

Ciencia
en pocas
palabras

Números Reales: *Una mirada al infinito*

Gaspar León Gil

Sabemos que los **números reales** tienen una infinidad de elementos, los cuales pueden ordenarse de mayor a menor; sin embargo no es posible encontrar al mayor de estos, ya que si algún número se autoproclama con esta distinción, el elemento $n+1$ bien haría en contradecir al elemento n ya que él es mayor por una unidad. Esta historia estaría destinada a repetirse por siempre, ello llevo a la necesidad de crear al infinito positivo (∞), el cual es mayor que cualquier número real pero no pertenece a los reales, algo así como un número divino que no pertenece a los números reales pero que es mayor que cualquiera de estos; de igual manera se tiene el infinito negativo ($-\infty$), el cual es menor que cualquier número real, de allí que la recta real sea denotada por $-\infty < x < \infty$ ó $(-\infty, \infty)$ pero para fines prácticos nosotros la denotamos por R

Ahora bien si queremos visualizar todos
■ los números reales empleamos la recta, pero

esta tiene el inconveniente que se extiende sin fin por ambos lados, por lo que observar los elementos próximos a infinito resulta complicado de realizar. Es el mismo fenómeno que ocurre cuando nos encontramos en una calle recta, los objetos cercanos son fáciles de apreciar mientras que aquellos que se encuentran a mayor distancia son más complicados de visualizar, de hecho llega un momento en el que son imperceptibles.

Lo anterior ocurre sin importar la escala empleada para representar a la recta real. Así que si deseas emplear la recta como objeto para visualizar a los números reales necesitas mucho espacio debido a su longitud infinita.

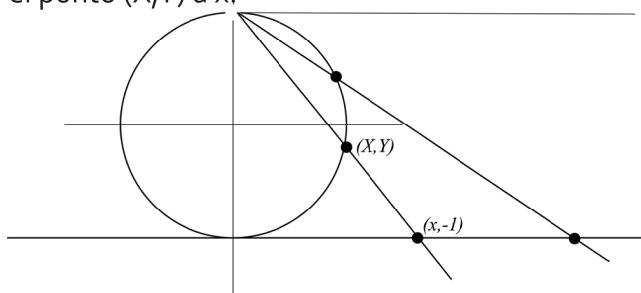
Una pregunta natural es: ¿existe un objeto fácil de manejar y de longitud finita que nos permita representar a los números reales?, o dicho de otra manera, ¿la recta puede transformarse en un objeto de longitud finita? La respuesta es afirmativa y a la transformación encargada de llevarla a cabo se conoce como proyección este-

Gaspar León Gil es Profesor-Investigador en Ingeniería de Petróleos, Universidad del Istmo.

reográfica.

Una transformación bastante empleada que transforma una recta en un círculo y que alguna vez hemos utilizado consiste en enrollar la recta como si se tratase de una manguera, hilo o cable y de esta forma obtenemos un círculo; el problema que se presenta radica en que la recta se extiende de manera indefinida a ambos lados, por lo que obtenemos una infinidad de círculos encimados entre sí. Al marcar un punto en la recta y enrollarla, el punto se convierte en un punto del círculo; pero a la inversa no sucede lo mismo ya que si marcamos un punto en el círculo, esta marca se extiende a cada uno de los círculos encimados por lo que al desenrollarlo obtenemos una infinidad de puntos marcados en la recta.

Nos interesa que por cada punto marcado, también se obtenga un punto después de la transformación y viceversa. La proyección estereográfica es una aplicación que realiza lo anterior. Para construirla consideramos el círculo S^1 de radio 1 centrado en el origen y la recta horizontal $y=-1$. Tomamos un punto (X,Y) en S^1 y desde el extremo superior $(0,1)$ del círculo trazamos un segmento entre estos dos puntos y lo extendemos hasta que intersecte a la recta horizontal y denotamos a este punto por $(x,-1)$. ¡Listo! Ya tenemos nuestra transformación que envía el punto (X,Y) a x .



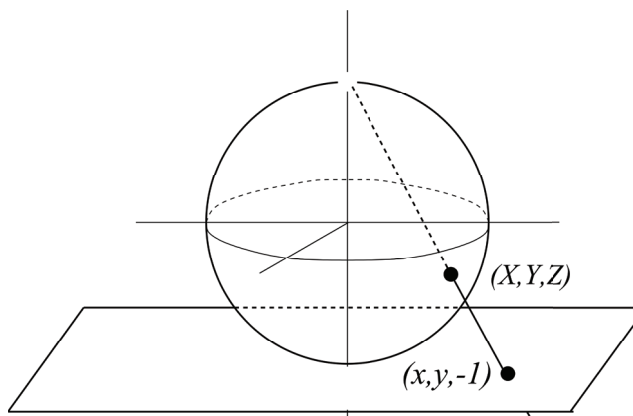
De la figura anterior podemos observar que mientras más próximo sea el punto (X,Y) al extremo $(0,1)$, más alejado se encuentra el punto de

intersección de nuestro segmento con la recta $y=-1$. De hecho cuando $(X,Y)=(0,1)$ tenemos una recta paralela a $y=-1$, por lo que no existe punto de intersección; esto se interpreta de la siguiente manera: el punto $(0,1)$ se transforma en ∞ , pero como este último no pertenece a los números reales, es necesario prescindir del punto $(0,1)$ del círculo S^1 en el dominio de la transformación. Las expresiones matemáticas para la proyección estereográfica P y su inversa P^{-1} son

$$P(X,Y) = 2X/(1-Y),$$

$$P^{-1}(x) = (4x/(x^2+4), (x^2-4)/(x^2+4))$$

Notamos que tanto P como su inversa son diferenciables. A las funciones que son diferenciables con inversa también diferenciable se les conoce como *cambio de coordenadas*. No es difícil ver que existe un cambio de coordenadas del plano R^2 a la esfera S^2 menos el punto $(0,0,1)$.



Así que cuando te soliciten que llesves contigo la recta real, basta transformarla en un círculo menos un punto y llevarla en el bolsillo como si nada, donde los puntos cercanos a $(0,1)$ representan los puntos cercanos al infinito.

¡Ahora ya puedes visualizar al infinito!, para ello basta mirar el punto $(0,1)$ del círculo.



Dieudonné J. 1981. *Elementos de análisis*. España: Reverte; Gallego G. 2012. *Actualización en geometría: simulación por ordenador*. <http://slideplayer.es/slide/170706/>; Silva-Ro-

mo et al. . *La enseñanza de la red estereográfica*. Educación en Geo ciencias. <http://www.ugm.org.mx/publicaciones/geos/pdf/geos02-2/EDUGo2-2.pdf>

La
ciencia
en el
cine

La forma del agua

Horacio Cano Camacho

El cine fantástico no es para todos. Hay quien ha bloqueado ese capítulo y cree que mirar monstruos, duendes, orcos o hobbits, es un reconocimiento de nuestras "mentes añadas" o de nuestra ingenuidad. Entonces, ante cualquier posibilidad de caer en la tentación, se apresuran a decir que ellos no son de esos... La verdad es que muchas veces confundimos este género con la literatura o el cine para niños. Y no, el género fantástico incluye la ciencia ficción, el terror, el gótico, entre otros o la mezcla de varios de ellos.

Lo fantástico lo establecemos por contraposición a lo "real", a ese género o conjunto de géneros que describen (o al menos eso pretenden) de manera objetiva y con un nivel de verosimilitud, la realidad.

Pero al igual que la ciencia ficción o la novela negra moderna, el género fantástico puede ser un género de ideas, de reflexiones sobre realidades alternativas, o definitivamente sobre el presente, ocultando muy bien esa realidad con

hadas, demonios, seres extraordinarios. Y el cine fantástico de Guillermo del Toro es de esta clase, una concepción muy personal del director.

Más allá de la parafernalia de Hollywood, probablemente con *La forma del agua* (EUA, 2017) estemos ante la mejor película de Guillermo del Toro. No sólo está siendo reconocida por numerosos premios y la crítica (León de Oro en el Festival de Venecia, Globo de Oro, Premio del Sindicato de Directores y numerosas nominaciones al Oscar y a los Premios Bafta, entre otros), también el público la ha aclamado, lo cual de entrada resulta extraordinario ya que el género fantástico ha sido tradicionalmente ninguneado por los premios o relegado a los "méritos" técnicos.

La forma del agua es un cuento, una película de monstruos, una reflexión sobre los marginados, un alegato político, una historia de amor, una película romántica, una película de espías, un homenaje al cine clásico de monstruos: todo a la vez.

La película narra la relación extraña entre una mujer solitaria, integrante del personal de limpieza del turno nocturno de un laboratorio secreto y una extraña criatura mitad pez y mitad humano que el ejército norteamericano ha sustraído de la selva amazónica y mantiene –con fines militares- en un tanque dentro del laboratorio. La criatura es sometida a brutales torturas “en nombre de la ciencia” y la seguridad nacional.

La película está llena de referencias a los marginados: Elisa (Sally Hawkins), el personaje central de la cinta, es una chica muda, solitaria, cuyas amistades se reducen a Zelda (Octavia Spencer), una compañera de trabajo, mujer negra pobre y víctima del racismo y de su propio marido. El otro es Giles (Richard Jenkins), su vecino homosexual, despedido de su trabajo, a pesar de su enorme talento, por sus preferencias sexuales. Elisa se enamora de la criatura por un reconocimiento empático de su propia marginalidad. Este ser, inofensivo y hermoso (representado por Doug Jones), que no le hace mal a nadie, pero los humanos se afanan en dañarlo, como sucede con la cuasi totalidad de las especies de este planeta a las que hemos perjudicado, es a su vez la víctima central.

El verdugo de la criatura es un norteamericano “típico”, un “buen ciudadano, patriota y conservador” que trabaja para el ejército. Este personaje se llama Richard Strickland (Michael Shannon) y es a la vez otro marginado, el tipo que es el instrumento para el trabajo sucio de un sistema represor al que solo le importa el poder y la guerra.

La película está llena de seres “incompletos”, expulsados de la normalidad o de lo que la sociedad entiende por normalidad. En este ambiente oprobioso es la solidaridad, el amor, los sueños y la belleza, los únicos elementos que garantizan la sobrevivencia de los “diferentes”.

Sin duda es una película política, una denuncia no solo del mundo de la guerra fría donde se sitúa la historia, sino del mundo actual representado por Donald Trump y su racismo y clasismo más que manifiesto. Es además, un recurso muy inteligente para presentar el acoso sexual,

la discriminación, la homofobia y el racismo. A medida que pasen los premios y reconocimientos ya se irá desvelando más la trama que no, por supuesto, no voy a contar. Véala en el cine.

La parte que deseo destacar y por ello la ponemos en esta sección, es un elemento de la cinta que tendría que ver con la ciencia y la investigación científica. Y digo “tendría” por que hay que debatir si eso es ciencia... Resulta que el ejército norteamericano sustrae una criatura muy peculiar de su hábitat natural para someterla a estudios con la finalidad de extraer conocimientos que le den a su país una ventaja estratégica en la carrera espacial. Los estudios se limitan a observar su comportamiento y realizar algunas pruebas de la fisiología del ser anfibio mientras se le somete a torturas y tratos crueles de parte de sus cuidadores.

En esos años de la guerra fría no se sabían muchas cosas de los viajes espaciales y en la ciencia las creencias y suposiciones no tienen importancia si no se prueban en los hechos, de manera que había muchas preguntas que requerían evidencias para responderse y que sin la experimentación no somos capaces de responder: ¿Un hombre puede sobrevivir y te-



ner una existencia en gravedad cero? La perrita Laika se había convertido, el 1957, en el primer ser vivo en orbitar la tierra y –también hay que decirlo– el primer ser vivo en morir en el espacio.

Se desconocía casi todo de las respuestas fisiológicas al espacio. Había que demostrar la existencia de mecanismos de adaptación a las condiciones agrestes del espacio y la capacidad de sobrevivencia. ¿El cerebro humano puede funcionar sin gravedad? ¿Un hombre podría perder la capacidad de actuar racionalmente bajo el “horror” cosmico?

En lo más álgido de la guerra fría se cruzó el interés de conocimientos y el desarrollo tecnológico que hacían viable mandar naves al espacio extraterrestre, con una guerra soterrada entre las dos potencias militares. Los Estados Unidos, tanto como la entonces Unión Soviética, que se beneficiaron del esfuerzo de guerra le dieron un giro ideológico al interés científico. Quien ganara la carrera por llegar al espacio, gana-

ría la guerra ideológica y se alzaría como el único sistema económico capaz de un logro de ese tamaño. Y en su nombre se cometieron cualquier cantidad de tropelías.

En ciencia, un individuo único no representa nada. En la investigación seria y sujeta al método científico se deben contrastar las observaciones con la mayor cantidad posible de individuos más los controles adecuados. Un solo ejemplar no es más que una anécdota. ¿Cómo descartaríamos el efecto de la variabilidad natural?, ¿cómo distinguiríamos las variaciones y cambios fisiológicos o de conducta producto de sustraer un individuo de su medio natural?, ¿el efecto del estrés? En fin, una investigación con un solo individuo será descartada por inservible.

En la película se intuye que la presencia de la criatura en el laboratorio secreto es un intento de obtener ventajas estratégicas en la carrera espacial frente a la Unión Soviética que por entonces va adelante en la carrera por el espacio. Pero las “pruebas y experimentos” que se realizan con él no responden a nada y ni lo intentan. Nunca queda claro qué se pretende ni por qué un individuo anfibio le dará al ejercito gringo ventaja alguna. Sobre esta criatura solo se descarga el odio y la miseria de su “cuidador” quien abusa como una manera de superar los abusos a los que él mismo es sometido por sus superiores.

Si bien la película es una fábula y los experimentos no forman parte de la trama ni lo pretenden, es importante que el público entienda que la intromisión de asuntos ideológicos para guiar de alguna manera las pruebas “científicas” siempre terminará en errores o abusos.

Para nadie es un secreto que en la investigación científica, en especial la biomédica, se han usado modelos animales que han permitido comprender mejor el origen y evolución de ciertas enfermedades de manera experimental y lo más importante, desarrollar tratamientos para distintas enfermedades. El uso de estos modelos ha resultado indispensable, aunque hay que reconocerlo, se han cometido innumerables excesos y errores experimentales.

El aumento progresivo en los conocimientos científicos y en las habilidades técnicas han creado diversos problemas éticos a los que han contribuido de alguna manera las transformaciones económicas y sociales que influyen sobre



las expectativas culturales. En la película vemos, así sea de pasada, cómo estas expectativas ideológicas y la necesidad de “superar” al enemigo ideológico se imponen sobre la ética científica.

Ejemplos sobre estos excesos hay muchos que implican el sacrificio innecesario de animales de laboratorio, la aplicación de tratamientos que no han pasado los protocolos adecuados que demuestren la necesidad de tales pruebas y la carencia de otras alternativas en la búsqueda de información.

Incluso se ha llegado a provocar verdaderos crímenes cuando el factor ideológico o económico se antepone al conocimiento mismo. En la guerra fría se habla de personas y muchas especies animales expuestas a radiaciones en dosis letales, sustancias tóxicas aplicadas para “verificar” su poder dañino, intervenciones quirúrgicas innecesarias, en fin, todo un catálogo de horrores.

Estos daños han empujado a la comunidad científica y diversas asociaciones sociales a establecer con urgencia protocolos que regulen el trabajo científico para evitar un *ecocidio* y el sufrimiento de la naturaleza.

Pero tenemos un problema, la velocidad del avance del conocimiento en la ciencia, en particular en la biología, supera con creces nuestra capacidad de incorporarlo al debate público. Las leyes y normas tienen una dinámica distinta: son lentas y con una permanencia muy larga. Cuando comienzan a intentar regular una tecnología, esta ya es obsoleta para la ciencia...

A pesar de esta realidad se han logrado impulsar discusiones y normas para impulsar una ética interna y una externa de la ciencia. En el primer caso nos referimos a una serie de reglas aceptadas que ningún científico debe violar, como las referidas al fraude, créditos del trabajo, contrato social de la ciencia, etc. La ética externa define y regula los efectos de la ciencia en la sociedad y el ambiente, incluyendo reglas para la experimentación en humanos, el uso de modelos animales, el bienestar animal, así como en los ecosistemas.

Podemos distinguir algunos principios aplicables a la vida humana y no humana dentro de

la actividad científica. A) Autonomía. Todo individuo puede actuar libremente de acuerdo a un plan autoescogido con dos condiciones esenciales, libertad y acción intencional; B) No-maleficencia. No infringir daño intencionalmente. Este principio se refiere a la vida humana y no humana; C) Beneficencia. Prevenir el daño, eliminar el daño y hacer el bien a otros. Incluye la vida humana y no humana; D) Justicia. Tratamiento equitativo y apropiado a la luz de lo que es debido.

Poco a poco se va logrando, en particular por la acción social sobre la ciencia, que estos principios se apliquen a la actividad de todos los que nos dedicamos a la ciencia, que se elaboren códigos de ética en las instituciones de investigación y que se establezcan leyes y normas que regulen el trato hacia los animales, los protocolos autorizados de investigación que requieran modelos animales o tratamiento a humanos. La idea central es evitar la tortura, la crueldad y el sufrimiento. Se busca reemplazar y sustituir el uso de animales con un sistema nervioso complejo por otro modelo de sistema nervioso más simple, realizar más experimentos *in vitro* y generar modelos inanimados. También buscan reducir el número de animales utilizados al mínimo necesario para obtener resultados válidos y refinar el diseño, métodos y técnicas experimentales para minimizar el dolor y sufrimiento de los animales durante su utilización en el laboratorio.

Es claro que el “estudio” pretendido con la criatura, en la película de Del Toro, no pasaría ninguna prueba, ni de diseño experimental, ni de necesidad de conocimiento y mucho menos de carácter ético. Pero *La forma del agua* sí nos muestra los excesos en los que podemos caer si no respetamos los principios éticos en el trato a las otras especies y a nosotros mismos. Creo que este es una oportunidad muy interesante para meditar sobre estos problemas, además de reflexionar sobre lo terrible del racismo y la discriminación contra los que no se parecen a lo que alguien definió, quién sabe cómo, de normalidad...

Crea tu propio Caleidoscopio

Experimenta y descubre los reflejos y las hermosas imágenes que se formarán dentro de él.

Necesitas

- 1 tubo de cartón de 5 cm de diámetro y 20 cm de largo
- 3 espejos de 18 cm por 3 cm
- Trozos de vidrio de colores
- Canutillos, confetis, cuentas o mostacillas traslúcidas
- 1 espejo redondo de 5 cm de diámetro
- 1 disco de cartón de 5 cm de diámetro, con un hueco de 1 cm de diámetro en el centro
- 1 disco de vidrio de 4 cm de diámetro (deberá encajar en el rollo)
- Cinta adhesiva
- Tijeras
- Pegamento

Pasos

- 1 En primer lugar, deberás tomar los espejos y unir los trozos o tiras con cinta adhesiva, formando un prisma o triángulo –con la cara de los espejos hacia adentro.
- 2 Introduce el triángulo de espejos en el tubo de cartón.
- 3 El prisma quedará 2 centímetros más corto que el rollo. Por lo que, en ese extremo, deberás colocar y ajustar el disco de vidrio.
- 4 Ahora, tendrás que colocar las mostacillas, confetis y vidrios de colores sobre el vidrio o cristal transparente. Asegúrate de utilizar una cantidad justa.
- 5 A continuación, pega el espejo redondo (el lado reflejante hacia dentro) con cinta adhesiva y pegamento, cerrando este extremo del rollo.
- 6 En el otro extremo del tubo deberás pegar el disco de cartón con la apertura de 1 cm de diámetro. Así podrás ver hacia dentro del caleidoscopio.
- 7 ¡Y listo! Solo queda mirar a través del hueco y girar el caleidoscopio, de manera que las cuentas de colores se muevan formando bellos reflejos e imágenes. Ahora que ya sabemos hacer un caleidoscopio podemos probar a hacer distintos dibujos.



