

# Saber más



Revista de Divulgación de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Año 3 / Septiembre - Octubre 2014 / No. 17

ISSN:2007-7041

## ¿ESTAMOS HECHOS DE POLVO DE ESTRELLAS?

Morelia, Michoacán. México - U.M.S.N.H. 2014

- ¿LA OBESIDAD ALTERA EL DESEMPEÑO INTELECTUAL?
- MITOS Y REALIDADES DE LOS HONGOS SILVESTRES COMESTIBLES Y TÓXICOS
- ESTRÉS. LA RESPUESTA ESTÁ EN LA SANGRE
- LA OTRA CARA DE NUESTRA VIDA CIVILIZADA
- ¿QUÉ ES Y PARA QUÉ SIRVE EL PET?



latindex e-revist@s  
Dialnet

- Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
- Coordinación de la Investigación Científica
- [www.umich.mx](http://www.umich.mx) ■ [www.cic.umich.mx](http://www.cic.umich.mx)
- [webcicumsh@gmail.com](mailto:webcicumsh@gmail.com) ■ [sabermasumich@gmail.com](mailto:sabermasumich@gmail.com)

ISSN 2007-7041



772007 704007

## Contenido



¿La obesidad altera el desempeño intelectual?

4



Mitos y realidades de los hongos silvestres comestibles y tóxicos

6



Estrés. La respuesta está en la sangre

9



La otra cara de nuestra vida civilizada

17



## Portada

12

# ¿Estamos hechos de polvo de estrellas?



¿Qué es y para qué sirve el PET?

21

## Secciones

25 ENTREVISTA

29 ENTÉRATE

32 TECNOLOGÍA

UNA PROBADA DE CIENCIA 35

LA CIENCIA EN POCAS PALABRAS 37

LA CIENCIA EN EL CINE 39

EXPERIMENTA 41



Universidad Michoacana  
de San Nicolás de Hidalgo

## Rector

Dr. José Gerardo Tinoco Ruiz

## Secretario General

Dr. Alejo Maldonado Gallardo

## Secretario Académico

Mtro. David X. Rueda López

## Secretaría Administrativa

Mtra. María Eugenia López Urquiza

## Secretario de Difusión Cultural

Dr. Orlando Vallejo Figueroa

## Secretaría Auxiliar

Mtra. María Teresa Greta Trangay Vázquez

## Abogada General

Lic. Ana María Teresa Malacara Salgado

## Tesorero

C.P. Horacio Guillermo Díaz Mora

## Coordinador de la Investigación Científica

Dr. Luis Manuel Villaseñor Cendejas

## Director de la revista Saber más

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

Dr. Luis Manuel Villaseñor Cendejas

Instituto de Física y Matemáticas

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia,  
Michoacán, México.

Dra. Catherine Rose Ettinger Mc Enulty

Facultad de Arquitectura

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia,  
Michoacán, México.

Dr. Juan Carlos Arteaga Velázquez

Instituto de Física y Matemáticas

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.

## 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

## Correctores

Frida Angela Sosa Ruiz

Edén Sarai Barrales Martínez

## Administrador de Sitio Web

C.P. Hugo César Guzmán Rivera

## Producción Audiovisual Kodia

Asbel Guzmán Corona

Arturo Cano Camacho

## Podcast

M.C. Cederik León De León Acuña

Mtro. Luis Wence Aviña

SABER MÁS REVISTA DE DIVULGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD MICHOCANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO, año 3, No. 17, Septiembre - Octubre 2014, es una Publicación bimestral editada por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Av. Francisco J. Mújica, s/n, Ciudad Universitaria, C.P. 58030, Tel. y Fax (443) 316 74 36, [www.sabermas.umich.mx](http://www.sabermas.umich.mx), [sabermasumich@gmail.com](mailto:sabermasumich@gmail.com). Editor: Dr. 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 74 36, fecha de última modificación, 31 de octubre de 2014.

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.

Saber Más te presenta el artículo de portada “¿Estamos hechos de polvo de estrellas?”, en el que se manifiesta que los átomos de nuestro cuerpo y de todo lo que nos rodea, provienen de las estrellas que existieron hace miles de millones de años, por lo que una frase más adecuada sería decir que estamos hechos de restos de estrellas.

En los otros cinco artículos de divulgación científica podrás informarte sobre las alteraciones que causa la obesidad sobre el desempeño intelectual, los mitos y realidades de los hongos comestibles y tóxicos, que el estrés puede ser medido en la sangre de aves, también acerca de contaminantes por el uso frecuente de sustancias nuevas como antibióticos o antiinflamatorios, y un artículo sobre el PET, un nuevo desarrollo tecnológico para el avance de la medicina con el que se obtienen tomografías por emisión de positrones.

En la Entrevista, el Dr. Anatoli Merzon del Instituto de Física y Matemáticas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), nos narra sus inicios, logros e investigaciones que realiza en el área de físico-matemáticas, enfatizando sus estudios sobre los fenómenos de la propagación de ondas: las del sonido, las del agua y las electromagnéticas.

En la Sección Entérate, tenemos tres noticias de ámbito científico, como la del potencial médico de los péptidos antimicrobianos de plantas, resultados de investigaciones realizadas por la Dra. Ochoa Zarzosa, profesora investigadora de la UMSNH; el reciclado de PET por una empresa mexicana, líder a nivel mundial; e información sobre el crecimiento de plantas en el espacio, con una investigación del comportamiento del crecimiento de *Arabidopsis thaliana* en ausencia de gravedad.

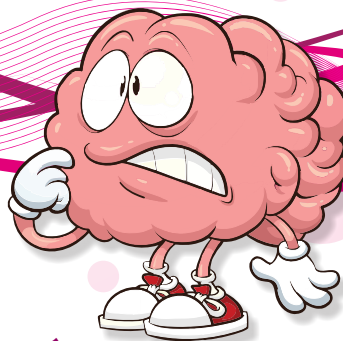
En Tecnología, se habla de los paneles solares como una opción de obtención de energía eléctrica, los mecanismos de transformación de energía y su uso en la actualidad. La palabra bioinformática es definida en la sección La Ciencia en Pocas Palabras y en las secciones de Una Probada de Ciencia y La Ciencia en el Cine, el Dr. Horacio Cano nos recomienda el libro “Zona Caliente” de Richard Preston (2014) y la película “Contagio” de Steven Soderbergh (2011), con una temática muy actual sobre pandemias que pueden arrasarse con buena parte de la población mundial.

Al final encontrarás la sección Experimenta, donde como siempre podrás realizar un experimento sencillo para jugar con la ciencia.

Dr. Rafael Salgado Garciglia  
Director de **Saber más**

# ¿LA OBESIDAD ALTERA EL DESEMPEÑO INTELECTUAL?

Ricardo Campos Campos y  
Martha Gabriela Campos Mondragón



## OBESIDAD EN MÉXICO

Población	Edad (años)	Sobrepeso (%)	Obesidad (%)
Escolares	5-11	19.8	14.6
Adolecente	12-19	21.6	13.3
Adultos	20-29	32.3	22.1

Las cifras de obesidad en las escuelas difieren de acuerdo al país y a la edad de estudio, sin embargo los datos reportados para niños en enseñanza básica son muy similares a los mostrados para México en edad escolar.

Emocionalmente tiene secuelas negativas al generar una autoestima deficiente y conducir al aislamiento social. Y en los adolescentes está comprobado que aumenta la depresión, la angustia y la ansiedad.

## LAS PERSONAS CON OBESIDAD MUESTRAN MENOR RENDIMIENTO INTELECTUAL

Es bien conocido que la obesidad se relaciona con un número importante de alteraciones y complicaciones como son la hipertensión, la diabetes, problemas de respiración al dormir, niveles elevados de lípidos en sangre y los trastornos del dolor. Sin embargo, estudios recientes parecen indicar que la obesidad y algunas de estas complicaciones pueden reducir el rendimiento intelectual. Uno de estos hallazgos sucedió en Alemania, donde las personas con obesidad mostraron una pérdida de la atención visual, memoria verbal, flexibilidad mental, atención selectiva, memoria espacial y habilidades de planeación. Tareas que en su conjunto fueron señales de detrimento en la función cerebral. En contraste con esto, las personas sin obesidad presentaron mayor agilidad mental y memoria.

## LA OBESIDAD, UNA ENFERMEDAD FRECUENTE

Es bien sabido que la nutrición es fundamental para lograr un óptimo desarrollo cerebral. Cuando existe desnutrición en los primeros años de vida, se afecta el crecimiento del cerebro y el desarrollo intelectual. Actualmente, además de los trastornos por subalimentación se suman los trastornos por sobrealimentación, como la obesidad, un importante problema de salud pública, presente en las escuelas de todos los niveles y que parece ir en constante crecimiento.

La obesidad en sí es una enfermedad que inhabilita por las complicaciones que produce. A nivel mundial, cada año fallecen por lo menos 2.8 millones de personas adultas como consecuencia del sobrepeso o la obesidad. Además, el 44% de la carga de diabetes, el 23% de la carga de cardiopatías isquémicas y entre el 7% y el 41% de la carga de algunos tipos de cáncer son atribuibles al sobrepeso y la obesidad.

Si bien la obesidad se consideraba una enfermedad frecuente en la población adulta, actualmente afecta también a los jóvenes y a los niños.

En México, de acuerdo a los resultados Nacionales de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (2012), la obesidad es un problema de salud pública que va en aumento con respecto a la etapa de la vida.

De manera aún más interesante no se ha evidenciado alguna interacción entre la obesidad y la edad con ninguna de las variables de la memoria. Lo que sugiere una relación independiente entre la obesidad y la reducción de la memoria, efecto que no se limita a los adultos mayores, pues incluso los adolescentes con obesidad muestran dificultades en su aprendizaje y deterioro intelectual.

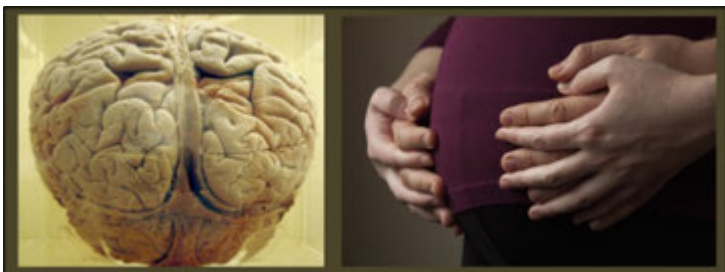


**LA OBESIDAD PUEDE REDUCIR EL RENDIMIENTO INTELECTUAL**

## ¿CÓMO SE EXPLICA LA RELACIÓN ENTRE LA OBESIDAD Y EL INTELLECTO?

Los estudios más recientes se han desarrollado en modelos animales, con el propósito de identificar el mecanismo involucrado en el deterioro de la memoria y el aprendizaje que se observa por efecto de la obesidad. De esta manera, se ha mostrado que la dieta alta en grasa, característica de las personas con obesidad, no cambia la función y estructura cerebral de los animales obesos en una etapa temprana semejante a la adolescencia.

Sin embargo, cuando la exposición excesiva a alimentos grasos ocurre durante la etapa fetal, es decir mientras la madre está embarazada y con obesidad, es mayor la posibilidad de un defecto funcional y estructural en el cerebro. Defecto que ocurre de manera temprana como consecuencia de un ambiente intrauterino desfavorable. Además, éste se revela en la etapa adulta, a través de niveles anormales de dopamina, un neurotransmisor o molécula necesaria para transmitir las señales y mensajes de una neurona a otra en el cerebro.



**LA OBESIDAD MATERNA PUEDE ALTERAR EL DESARROLLO CEREBRAL DEL BEBÉ**

## ¿SE PUEDE PREVENIR EL DETERIORO INTELECTUAL QUE PRODUCE LA OBESIDAD?

Al igual que las enfermedades que resultan asociadas a la obesidad, como la diabetes y la hipertensión,

la prevención del deterioro intelectual inicia evitando sus factores de riesgo, entre los que se ubicarían al sobrepeso, los hábitos que conducen a éste, tales como el exceso en la alimentación y la falta de actividad física.

Aunque los mecanismos aún no están del todo dilucidados, los estudios actuales sugieren que la ausencia de obesidad mejora el desempeño intelectual.

Cuando la obesidad ya está presente, seguramente también la acompañan diversas alteraciones en el metabolismo, tales como intolerancia a la glucosa, haciendo a la persona más vulnerable de manifestar diabetes y disminución de sus funciones intelectuales. Sin embargo, se ha demostrado también, que mejorar la dieta en estos casos previene ambas alteraciones. Por lo que es recomendable incluir alimentos antiinflamatorios, para mejorar el equilibrio de dopamina en el cerebro. Y por lo tanto, mejorar la función intelectual. Entre estos alimentos, se encuentran los que proveen al organismo de ácidos grasos poliinsaturados, tales como el pescado y las nueces.



**ES RECOMENDABLE CONSUMIR ALIMENTOS ANTIINFLAMATORIOS**

## PARA SABER MÁS:

[www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/](http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/)  
Kiunke, W., Brandl, C., Georgiadou, E., et al. 2013. Performance in neurocognitive tasks in obese patients. Does somatic comorbidity matters?. *Front.Psychiatry*. 4:1-7.

Nilsson, A., Tovar, J., Johansson, M., et al. 2013. A diet based on multiple functional concepts improves cognitive performance in healthy subjects. *Nutrition & Metabolism*. 10:49.

Wu, T., Deng, S., Li, W., et al. 2013. Maternal Obesity Caused by Overnutrition Exposure Leads to Reversal Learning Deficits and Striatal Disturbance in Rats. *PLoS ONE* 8(11): e78876. doi:10.1371/journal.pone.0078876

El Dr. Ricardo Campos Campos es Profesor de tiempo completo de la Facultad de Ingeniería y la Dra. Martha Gabriela Campos Mondragón es Candidato del SNI y Profesora de tiempo completo de la Facultad de Nutrición. Ambos adscritos a la Universidad Veracruzana, Región Veracruz.



# Mitos y realidades de los hongos silvestres comestibles y tóxicos

Marlene Gómez Peralta y Víctor Manuel Gómez Reyes



**D**os preguntas comunes que hace la gente a un micólogo, persona que se dedica al estudio de los hongos, son: ¿cómo saber si un hongo es comestible o tóxico? y ¿son ciertas las recomendaciones caseras para saber si un hongo puede comerse?

Para la primera pregunta, la respuesta es que no hay un solo rasgo que nos indique si un hongo es comestible o tóxico, son un conjunto de características las que ayudan a distinguir los hongos comestibles de los tóxicos. Para la segunda, la respuesta es que la mayoría de las recomendaciones son falsas o no se pueden aplicar a todas las especies. Por lo anterior, la única manera de saber si un hongo se puede comer sin causar intoxicación, es saber las siguientes recomendaciones, que son consideradas como las más válidas:

1. La experiencia en el reconocimiento de las características morfológicas distintivas de las distintas especies que habitan en los bosques.
2. Preguntar a la gente del campo que los ha usado de manera tradicional y consultar con especialistas.
3. Nunca salir a recolectar hongos si no se tiene la experiencia suficiente y sobre todo si existe alguna duda, no consumirlos.

### Algunos de los mitos más comunes son:

**¿La mayoría de los hongos son tóxicos?** En el estado de Michoacán, México, se han registrado 689 especies de hongos: de éstas, 47 son tóxicas y sólo cuatro son mortales (*Amanita bisporigera*, *A. magnivelaris*, *A. verna* y *A. virosa*); 234 especies son consideradas comestibles. De acuerdo a lo anterior, son más las especies comestibles que las tóxicas.

**¿Los hongos tóxicos tienen colores muy llamativos?** En la naturaleza los colores vistosos indican peligro, como en algunos animales, pero no en los hongos ya que hay especies con colores muy llamativos que son comestibles y especies tóxicas de colores blancos o no muy vistosos.



Fotografía: Víctor Manuel Gómez-Reyes.



*Lactarius indigo*  
**HONGO COMESTIBLE,**  
de color muy llamativo.



*Amanita virosa*  
**HONGO TÓXICO MORTAL**  
de color blanco.



Fotografía: Víctor Manuel Gómez-Reyes.

**¿Los hongos venenosos cambian de color al tocarlos o al cortarlos?** Hay tanto hongos comestibles como tóxicos que se oxidan o cambian de color, al tocarlos o cortarlos. Por lo tanto, los cambios de color no están relacionados con la toxicidad de éstos.



Fotografía: Víctor Manuel Gómez-Reyes.



*Boletellus chrysenteroides*  
**HONGO COMESTIBLE**  
Cambia de color al tocarlo

**¿Todos los hongos tóxicos tienen mal olor?** Los hongos tóxicos pueden tener tanto olores agradables como desagradables; los comestibles pueden oler mal si su estado de madurez es avanzado y por el contrario hay especies de hongos tóxicos mortales con olor agradable.

Con esta información podemos darnos cuenta que para distinguir un hongo tóxico de un comestible no es fácil, ya que no hay una característica específica que nos los indique, por eso hay que tener un conocimiento acertado o seguir recomendaciones válidas para determinar si una especie es tóxica o comestible. Entre estas recomendaciones encontramos las que son sugeridas por personas de campo o de comunidades que por siglos tienen un gran conocimiento sobre los hongos pero a continuación se indica que tan válidas son.

### Recomendaciones caseras para saber si un hongo es tóxico o comestible:

**Si al hervir un hongo junto con objetos de plata o ajos, éstos ennegrecen, el hongo es tóxico.** Hay especies mortales que no ennegrecen los objetos de plata o los ajos, en cambio, algunas especies comestibles si lo hacen. Además, durante la cocción con objetos de plata, se puede formar óxido de plata que es un compuesto tóxico.

**Hirviéndolos y tirando el agua, las especies tóxicas pierden su peligrosidad.** No funciona para todas las especies de hongos, la mayoría de las toxinas son termoestables (no se descomponen con cambios de temperatura); sólo es cierto para algunas especies como el atrapamoscas o mosquero (*Amanita muscaria*) y los gachupines u orejas de ratón (especies comestibles de *Helvella*), que tienen toxinas termolábiles (se descomponen con cambios de temperatura).



*Helvella crispa*



*Helvella lacunosa*

**Hongos comestibles después de hervir y tirar el agua.**

**Poner los hongos en vinagre.** Sólo se recomienda para especies comestibles que tienen sabores picantes, como *Lactarius piperatus*. Esta práctica es común en España, no en México.



*Lactarius piperatus*



**Todas las especies comestibles tienen un doble venenoso.** El parecido entre especies comestibles y tóxicas, en algunas culturas, es reconocido como la dualidad, el bien y el mal. Por ejemplo, el “hongo amarillo”, “hongo de Santiago” o “tecomate” (especies del complejo taxonómico *Amanita caesarea*), se pueden confundir con ejemplares maduros de *A. muscaria*, que se han decolorado y las escamas se han caído, si no se observa la parte inferior del pie (en la primera presenta un saco, pero no en la segunda) y el color de las láminas (en la primera son amarillas y blancas en la segunda). Como el caso anterior, hay otras especies comestibles que se pueden confundir con las tóxicas, si no se tiene la suficiente experiencia en reconocerlas.

La presencia de especies tóxicas, no debe ser un signo de alarma para evitar el consumo de hongos silvestres comestibles. La recomendación general para evitar intoxicaciones entre la población urbana es adquirir solamente los hongos silvestres comestibles que son comercializados por los mismos recolectores o vendedores que año con año se dedican a esta actividad, como ocurre generalmente los días de plaza en diferentes mercados, como los Mercados Independencia y el del Auditorio, de la ciudad de Morelia, Michoacán, durante la temporada de lluvias.

**Para saber más:**

Boa, E. 2005. Los hongos silvestres comestibles: perspectiva global de su uso y de importancia para la población. FAO. En: [ftp.fao.org/docrep/fao/008/y5489s/y5489s00.pdf](http://ftp.fao.org/docrep/fao/008/y5489s/y5489s00.pdf)  
Gómez-Reyes, V.M. y M. Gómez Peralta. Hongos macromicetos. En: Estudio de Estado. La Biodiversidad de Michoacán. CONABIO, en prensa.

Reyes-García, Ma. G., M. Gómez-Peralta y V. Zamora-Equihua (Eds). 2010. Guía de hongos de los alrededores de Morelia. CIC/ Museo de Historia Natural/ Facultad de Biología UMSNH. Editorial Morevallado. Morelia, Mich. 377 pp.

Ruiz-Quintana, B.A. 2012. Diversidad de hongos silvestres comestibles del estado de Michoacán. Memoria de Titulación. Facultad de Biología. UMSNH. Morelia, Mich. 81 pp.



Fotografía: Víctor Manuel Gómez-Reyes.

*Amanita caesarea*  
**HONGO COMESTIBLE**



Fotografía: Víctor Manuel Gómez-Reyes.

*Amanita muscaria*  
**HONGO TÓXICO**



Marlene Gómez Peralta y Víctor Manuel Gómez Reyes son Profesores Investigadores del Herbario de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.





# Estrés

La respuesta está en la sangre

Katia Ivonne Lemus Ramírez

**E**n la actualidad es muy común escuchar que el desgaste diario y la presión del trabajo, originen en nosotros cambios en el temperamento y enfermedades más frecuentes y recurrentes. Efectivamente, bajo estas situaciones es muy común que presentemos momentos de estrés. El estrés afecta a los seres humanos y con seguridad todos lo hemos experimentado en algún momento de nuestra vida. Muchas veces no nos damos cuenta hasta que éste se manifiesta en forma de malestares físicos que pueden alterar nuestro estado de salud de manera desfavorable. Pero, ¿qué es el estrés, qué lo provoca y qué efectos puede tener en el organismo?

El estrés se define como un proceso mediante el cual los eventos ambientales o varios factores llamados estresores, amenazan la existencia de un organismo y su bienestar, respondiendo éste a esa amenaza. Éste es considerado como un estado de alerta general en el que participan el sistema nervioso, el sistema endócrino (el cual se encarga de liberar hormonas) y el sistema inmunológico (que nos protege de las enfermedades). Estos sistemas están estrechamente relacionados entre sí, al grado que el sistema nervioso y la respuesta hormonal desempeñan un papel muy importante en el control permanente de los procesos del

funcionamiento del cuerpo.

El estrés se presenta de forma cotidiana, como el resultado de la constante interacción del individuo con el medio en el que se desempeña. Se ha encontrado que existen diversas causas ambientales como la temperatura, la disponibilidad de agua y alimento, el clima y las estaciones del año, que pueden estar relacionadas con aspectos en la salud física y bienestar de los individuos. Estos eventos pueden modificar el equilibrio y originar que el individuo trate de adaptarse a las condiciones del ambiente en el que habita.



**¿Te puedes imaginar qué es lo que sucede si el estrés se presenta de forma cotidiana y por un periodo prolongado?**

Cuando el estrés se presenta de esta manera, se le conoce como estrés crónico; esto produce que se incrementen los niveles de hormonas y se acumulen en la sangre y, con el tiempo, puedan causar problemas serios de salud, disminución de las defensas, problemas de infertilidad, adquisición de conductas no deseables hasta enfermedades crónicas como el vitiligo (la cual es una enfermedad que afecta la coloración de la piel), entre muchas otras manifestaciones.

El estrés no es una situación exclusiva de los seres humanos. Echemos un vistazo a lo que sucede con los animales silvestres y los efectos fisiológicos que pueden presentar cuando cambian las condiciones en su entorno. Algunos investigadores que se dedican al estudio de las aves, han observado cómo diferentes tipos de aves de corral como pollos de engorda, gallinas ponedoras y gallos, responden a diferentes tipos de estresores, como lo son ayunos prolongados, temperaturas extremas, exposición a contaminantes tóxicos y deshidratación, siendo éstas algunas de las condiciones que pueden provocar una disminución en su desempeño físico y afecten directamente su estado de salud. Si pensamos en los animales silvestres y los ambientes donde viven, estas condiciones pueden ser provocadas por cambios en el ambiente natural como resultado de daños causados por actividades humanas, como deforestación, contaminación o falta de agua. Estas respuestas se han estudiado recientemente en aves de vida silvestre, como el Bobo de patas azules, el pingüino de Adelie, así como en aves residentes y migratorias asociadas a ambientes ribereños. De la misma manera que las aves de corral, las aves silvestres presentan cambios en su desempeño físico, lo cual indica que efectivamente existe una respuesta directa y evidente a las características del ambiente.

**¿Cómo podemos saber si dichos cambios en las aves son provocados por agentes estresores del ambiente? La respuesta, está en la sangre.**

Cuando las aves se encuentran bajo condiciones de estrés, en su organismo se presentan cambios a nivel celular, siendo evidente en las células de la sangre que conocemos como glóbulos blancos, de los cuales existen cinco tipos básicos diferentes. Dos de ellos, conocidos como Heterófilos y Linfocitos modifican de forma natural sus abundancias, ya que intervienen ante casos de enfermedad, heridas o cualquier otro tipo de estrés. Al presentarse el agente estresor de manera crónica, los heterófilos aumentan, provocando la disminución del desempeño físico. Por esta razón, las muestras de sangre pueden ayudarnos a conocer, a través de este indicador (conocido como Índice H/L), el estado de las aves que se encuentran expuestas a alteraciones de su medio natural

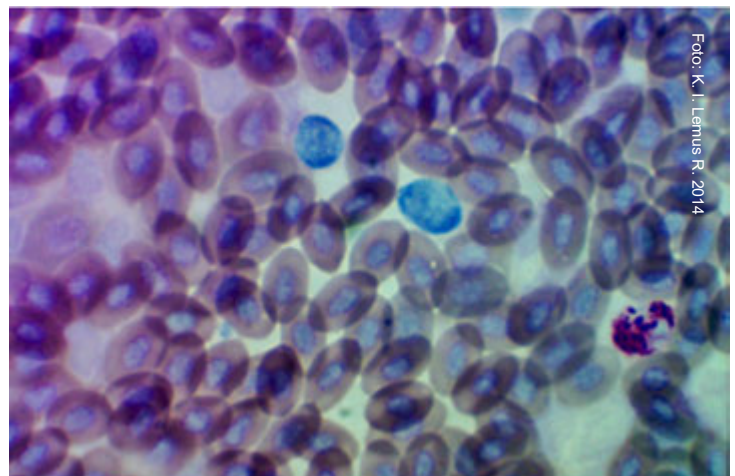


Foto: K. J. Lannus R. 2014

Heterófilos y linfocitos, muestra sanguínea

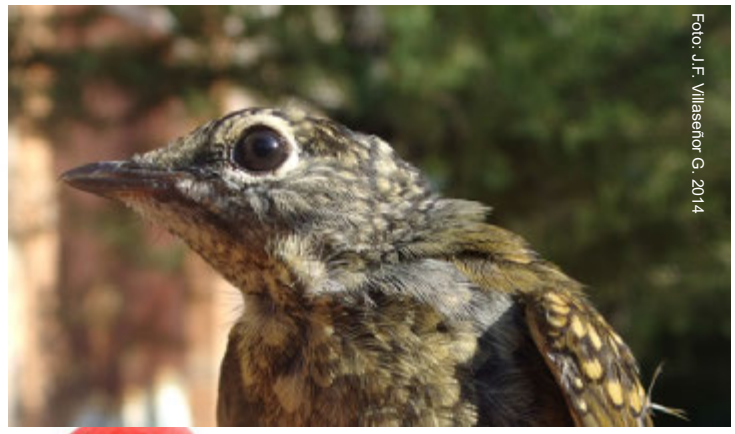


Foto: J.F. Villaseñor G. 2014

Individuo juvenil de Jilguero (*Myadestes occidentalis*), una de las especies que está siendo estudiada en la región de Talpujahuá, Michoacán.



Molino, Mina Dos Estrellas, Municipio de Talpuahua, Michoacán

## ¿Cómo será la proporción H/L en la sangre de aves que se encuentran en un ambiente donde existen residuos de contaminantes de actividades mineras?

En el Laboratorio de Ornitología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, ha iniciado un trabajo de investigación en Talpujahua, Michoacán, particularmente en la zona asociada a la “Mina Dos Estrellas”, la cual detuvo sus actividades hace 60 años. En esta mina solía extraerse oro y plata y llegó a tener hasta 180 km de túneles, lo que provocó impactos negativos para el ecosistema. Por esta razón, se pretende definir si existe un efecto de dichas actividades sobre las aves que habitan en la región. La importancia de este estudio radica en conocer la relación entre el deterioro del ambiente natural, los efectos a largo plazo de la exposición a contaminantes usados en el pasado en las actividades mineras y el estado de salud de las aves. Esta investigación, pionera en su ramo, también permitirá incrementar el conocimiento acerca de las aves de la región y la oportunidad de tomar buenas decisiones para su conservación. ■

### Para Saber Más:

Angulo-CH, I. 1991. Manejo nutricional de aves bajo condiciones de estrés térmico. FONAIAP-CENIAP. Instituto de Investigaciones Veterinarias. Tecnología de la Carne. Maracay. Divulga número 37.

[http://sian.inia.gov.ve/repositorio/revistas\\_tec/FonaiapDivulga/fd37/texto/manejo.htm](http://sian.inia.gov.ve/repositorio/revistas_tec/FonaiapDivulga/fd37/texto/manejo.htm)

Díaz, A. A. 2005. Metales pesados en aguas y suelos de Calingasta. Revista de divulgación de la Universidad Nacional de San Juan, Argentina. Año

II. (17). Visita:

<http://www.revista.unsj.edu.ar/revista17/metales.htm>

Torreblanca, N. O. 2014. El estrés. ¿Cómo ves? Revista de divulgación de la ciencia de la UNAM. No. 186. Pp 10-14. México. Vista:

<http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/26/el-estres>

La Biol. Katia Ivonne Lemus Ramírez, realiza investigación en el Laboratorio de Ornitología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Es estudiante del Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas, en el área de Ecología y Conservación.

**Portada**

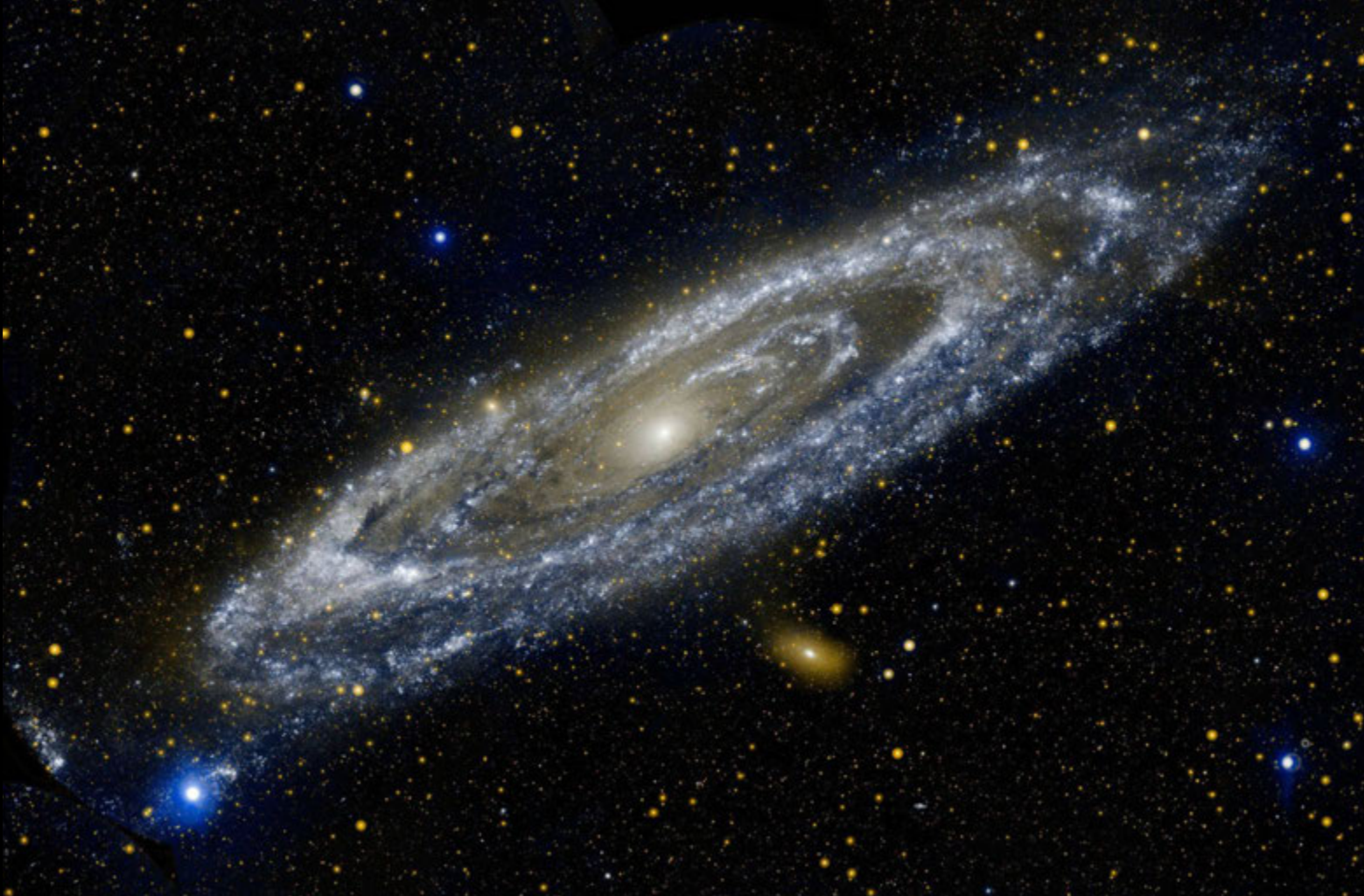
# ¿ESTAMOS HECHOS DE POLVO DE ESTRELLAS?

Luis Manuel Villaseñor Cendejas



**E**s común escuchar que los seres humanos estamos hechos de polvo de estrellas. Aunque esta afirmación parece sacada de algún poema, o de alguna canción, constituye un hecho comprobado en forma estricta por la ciencia. Se refiere a que los átomos de nuestro cuerpo, y de todo lo que nos rodea, con excepción de los átomos del elemento químico más ligero llamado hidrógeno, se cocinaron en los centros de las estrellas que existieron hace miles de millones de años. De modo que una frase más adecuada sería decir que estamos hechos de restos de estrellas.

Para algunos filósofos griegos de la antigüedad, pertenecientes a la escuela aristotélica, era inconcebible que las cosas que vemos en la Tierra estuvieran hechas de los mismos elementos básicos que los objetos del cielo. Para ellos las cosas de la tierra estaban hechas de combinaciones de cuatro elementos: agua, tierra, aire y fuego. Mientras que los objetos celestes estaban hechos de un quinto elemento al que llamaron "ether".



La galaxia de Andrómeda, también conocida como Galaxia Espiral M31, Messier 31 o NGC 224, es una galaxia espiral gigante. Es el objeto visible a simple vista más alejado de la Tierra. Está a 2,5 millones de años luz en dirección a la constelación de Andrómeda.

Hoy en día sabemos que estas ideas son falsas, resulta que tanto los elementos de la Tierra como los del Cielo están hechos de átomos, es decir de los elementos básicos. Es curioso, sin embargo, el que la conexión entre objetos de la tierra y del cielo vaya mucho más lejos que el decir simplemente que estamos hechos de los mismo materiales. En efecto, gracias a los avances de la ciencia, ahora sabemos que los átomos de la Tierra se formaron en las estrellas que existieron hace miles de millones de años, es decir, antes de que se formara la Tierra, el Sol y todos los planetas de nuestro Sistema Solar. Entonces, sabemos a ciencia cierta que los átomos de nuestro cuerpo estuvieron alguna vez en una o varias estrellas.

### Cientos de Miles de Millones de Estrellas en cada Galaxia

En una noche oscura en el campo, libre de nubes y de luces de ciudades, podemos ver a simple vista alrededor de 3,000 estrellas. Algunas de ellas son muy parecidas al Sol, considerado como una estrella típica, mientras que otras son más grandes o más pequeñas. Los astrónomos estiman que nuestra

galaxia, llamada la Vía Láctea, tiene cerca de cien mil millones de estrellas y es una más de las cerca de doscientos mil millones que se estima que existen en el Universo.

De modo que haciendo la multiplicación de estos dos números, podemos decir que el Universo tiene cerca de 20 mil millones de millones de millones de estrellas, es decir 20 mil trillones, este número se escribe como un 2 seguido de 22 ceros, o en forma más compacta, usando la llamada notación científica, como  $2 \times 10^{22}$ .

Aunque los componentes más visibles de las galaxias son las estrellas mismas, existe una gran cantidad de materia en el espacio que queda entre las estrellas. A pesar de que ese espacio está prácticamente vacío, se estima que el gas del medio interestelar contiene el equivalente a un 5% de la masa total de una galaxia. Es decir en la vecindad de cada grupo de 20 estrellas existe un gas muy tenue con una masa total, distribuida sobre el enorme volumen que contiene a esas 20 estrellas, equivalente a la masa de una de ellas.

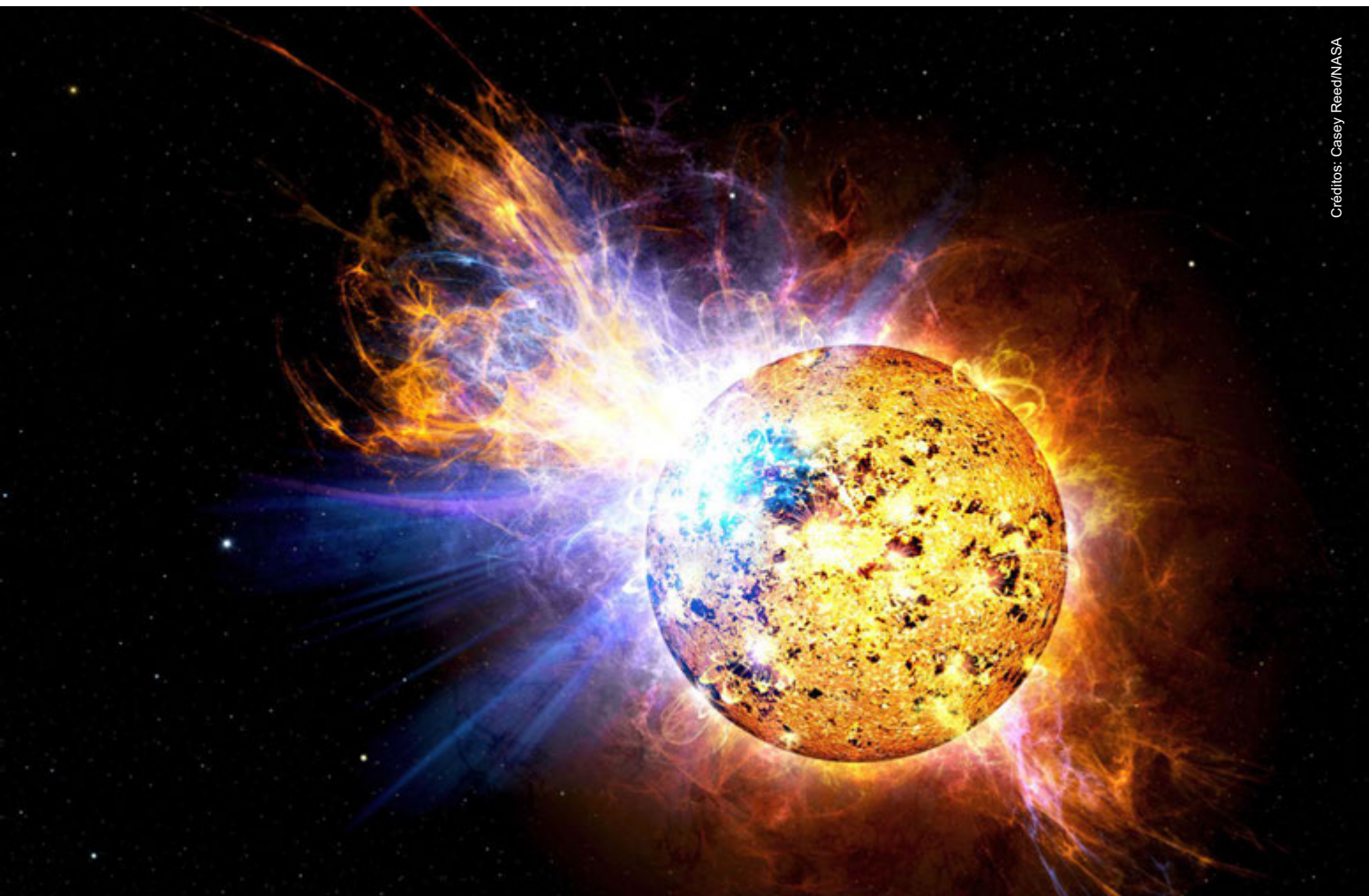
Este gas se compone principalmente de hidrógeno en un 90%, con el 10% restante compuesto por el elemento que sigue en masa, llamado helio, y una pequeña cantidad de otros elementos más pesados. El gas interestelar es muy importante debido a que de él se pueden formar nuevas estrellas. Nuestra estrella, el Sol, es de tercera generación, es decir, su material, que tiene una edad de cerca de 5 mil millones de años, se ha podido formar en promedio en otras dos estrellas en los cerca de 14 mil millones de años que lleva el Universo de existir.

## ¿Cómo Funcionan las Estrellas?

Las estrellas son objetos fundamentales para la existencia de la vida como la conocemos, basada en elementos como el carbono, oxígeno, nitrógeno, entre otros de peso ligero, además de otros de peso medio como el fósforo, el sulfuro, el calcio, etc., hasta núcleos tan pesados como los de hierro. Todos estos se produjeron forzosamente en estrellas, y junto con el hidrógeno, el cual se formó desde el inicio del universo, en la llamada “Gran Explosión”, constituyen los elementos más importantes para la vida en la Tierra.

El modo en que las estrellas funcionan depende de su tamaño y de su masa. Una estrella como el Sol funciona a base de convertir núcleos de hidrógeno en núcleos de helio en su centro en el que la temperatura es de cerca de 14 millones de grados Celsius. El truco es que la masa de un núcleo de helio es ligeramente menor que la masa de los cuatro protones iniciales, por lo que esta pequeña diferencia de masas se convierte en energía.

La fórmula más famosa de la Física, derivada por Alberto Einstein en 1905, dice que si un kilogramo de masa se pudiera convertir en energía, se obtendría una cantidad enorme de energía: un 9 seguido de 16 ceros en unidades de Jules. Para tener un punto de comparación, recordemos que un foco casero convierte la energía eléctrica en luz y en calor a razón de cerca de 100 Jules cada segundo (este sería un foco de 100 Watts). Es decir cada kilogramo de materia que se pudiera convertir íntegramente en energía nos alcanzaría para mantener encendidos 9 billones de focos, es decir un 9 seguido de 12 ceros, durante un segundo.



Créditos: Casey Reed/NASA

EV Lacertae, una estrella muy joven que contiene una metalicidad muy alta.

¿Estamos hechos de polvo de estrellas?

En una estrella como el Sol, la fusión de protones en núcleos de helio permite que cada segundo se conviertan cerca de 4 millones de toneladas de materia en energía, la cual se manifiesta como luz y calor. En términos de focos caseros, esta energía equivale a la que se requiere para tener encendidos 9 billones multiplicados por 4 mil millones, es decir, un número total de focos de 36 seguido de 21 ceros. Es gracias a la pequeña fracción de esta luz y calor que llegan a la Tierra que podemos existir todos los seres vivos.

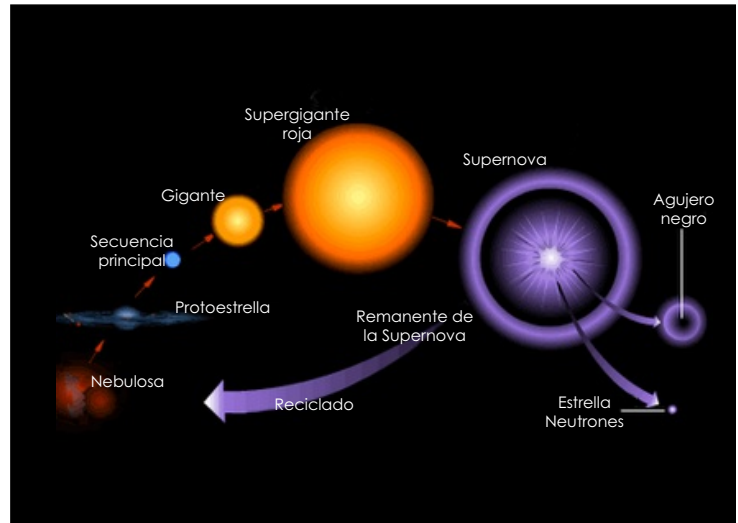
### Las Estrellas También se Mueren

En el caso del Sol la cantidad de hidrógeno que tiene actualmente le permitirá seguir produciendo energía durante cerca de 5 mil millones de años más. Después de un proceso de expansión y de contracción, terminará su vida convirtiéndose en una estrella llamada "enana blanca".

Las estrellas que tienen masas mayores que la del Sol, y que en consecuencia tienen mayores temperaturas en sus centros, utilizan otros procesos adicionales de obtención de energía que les permiten la fusión de núcleos más pesados para formar elementos de mayor masa. Estas estrellas de mayor masa terminan su vida en forma explosiva, en lo que llamamos una Supernova, lanzando al espacio una sopa de diferentes elementos químicos, ¡justamente como los que ahora forman nuestros cuerpos!

La próxima vez que mires al cielo en una noche estrellada, aparte de admirar la belleza de tal espectáculo, piensa que algunos átomos de tu cuerpo

fueron vecinos de los átomos de algunas de las estrellas que ves. Es como si fuéramos hermanos de las estrellas, o en general de todo lo que existe tanto en el cielo como en la tierra, en el sentido que nuestros átomos y los de ellas nacieron al mismo tiempo en otra estrella que existió hace miles de millones de años. ¡Literalmente se trata de una hermandad cósmica! ■



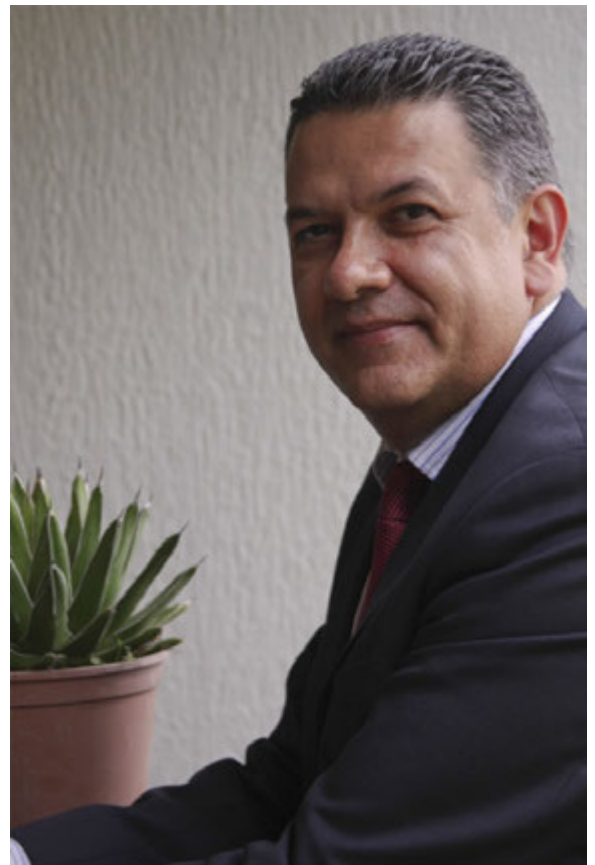
Ciclo completo de la vida de una estrella.

## Dr. Luis Manuel Villaseñor Cendejas

**E**studió la Carrera de Físico-Matemático en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Realizó su estancia doctoral en el Laboratorio CERN de Ginebra y una estancia post-doctoral en el Laboratorio del Super Acelerador Superconductor que se estaba construyendo en Dallas Tx.

Actualmente colabora en el Observatorio Auger de Rayos Cósmicos Ultra Energéticos situado en Mendoza, Argentina, y en el Observatorio HAWC (High Altitude Water Cherenkov) que se construye en la falda del Pico de Orizaba en México. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores con nivel 3.





# La otra cara de nuestra vida civilizada

Rebeca Aneli Rueda Jasso y  
Rosa María Trujillo Aguirre

Que cómoda es nuestra vida en la actualidad. Estamos rodeados de infinidad de productos que nos “facilitan” las actividades diarias, a tal grado que hemos olvidado muy pronto como solía ser nuestra vida hace 15 o más años. Es difícil imaginar la cantidad de sustancias tóxicas que genera la producción y el uso de los incontables alimentos, productos de limpieza personales y para el hogar, cosméticos, medicamentos, entre otros. ¿Pero qué hay detrás de estos productos que nos hacen sentir despiertos limpios, jóvenes, sanos e incluso más atractivos?

Algo tan simple como la tasa del delicioso café que tomamos por las mañanas, las pastillas que nos quitan dolor de cabeza (ácido acetilsalicílico, paracetamol o ketorolaco) o las molestias generales (antiinflamatorios como naproxen e ibuprofeno) y del estómago (omeprazol) forman algunos de los compuestos de mayor consumo en el mundo y también de mayor automedicación. Otros útiles compuestos son los antibióticos (penicilinas y cefalosporinas) que curan de alguna enfermedad y los anticonceptivos nos permiten ejercer la sexualidad sin aumentar nuestra descendencia. Todos estos tienen en común que causan alteraciones de las condiciones del agua y de los organismos que ahí habitan. Esto ocurre aparentemente a tantos kilómetros de nosotros, que parece algo ajeno en lo que no tenemos nada que ver. El efecto de unas cuantas tazas de café o unos miligramos de algunos de estos fármacos son insignificantes, pero cuando miles o millones de personas los usamos y los eliminamos a través de la orina y ésta llega a los cuerpos de agua, provoca un fenómeno conocido como contaminación emergente.

Antes de explicar que es la contaminación emergente, es necesario aclarar que existen algunos contaminantes considerados persistentes ya que requie-

rer, de mucho tiempo incluso años para degradarse a compuestos menos tóxicos. Por su parte, los compuestos no persistentes se eliminan en breve tiempo (semanas), sin embargo por su elevada producción y consumo y por su continua introducción en el medio ambiente están causando preocupación y en algunos casos efectos negativos. La presencia de compuestos no persistentes se ha detectado gracias al desarrollo de aparatos y técnicas de detección más sensibles y es quizás por ello que antes no nos causaban preocupación.

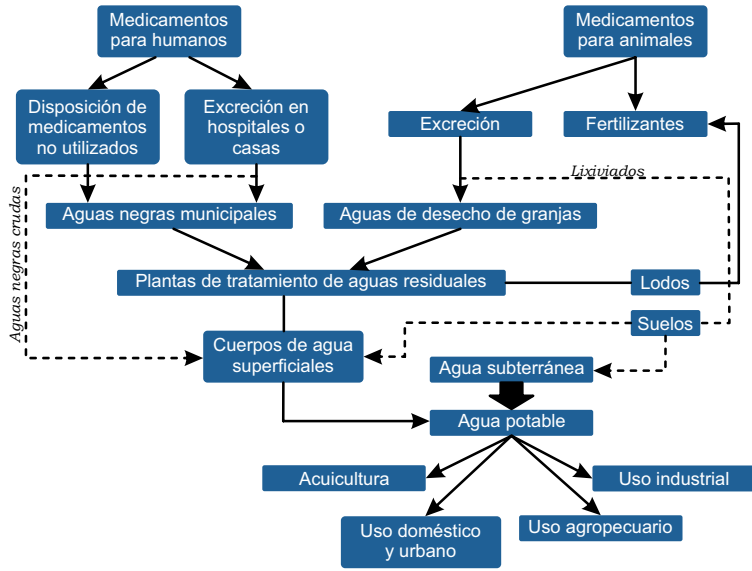
Productos	Nombres
<b>Farmacéuticos</b> <i>Antibióticos para uso veterinario y humano</i> <i>Analgésicos y antiinflamatorios</i> <i>Medicamentos psiquiátricos</i> <i>Reguladores de lípidos</i> <i>Esteroides y hormonas</i>	Trimetopríl, Eritromicina, Lincomicina, Sulfametoxazol. Codeína, Ibuprofeno, Acetaminofén, Ácido Acetilsalicílico, Diclofenaco, Fenopropfen. Diazepán Benzafibrato, Ácidos Clofibrico y Fenofibrico Estradiol, Estrona, Estriol, Dietilstilbestro
<b>De cuidado personal</b> <i>Perfumes</i> <i>Protectores solares</i> <i>Repelentes de insectos</i>	Musknitro, policíclicos y macrocíclicos Benzofenona, Metilbezilideno Canfor N,N-dietiltoluamida
<b>Antisépticos</b>	Tiiclosán. Clorofeno
<b>Detergentes tensoactivos y sus metabolitos</b>	Alquilfenoles etoxilados, alquilfenoles (nonifenol y octifenol), Alquilfenol carboxilado
<b>Retardadores de llama</b>	Difenil éteres policromados (PBDEs), Tetrabromo bisenol A, Tris(2-cloretíl) fosfato
<b>Aditivos y agentes industriales</b>	Agentes quelantes (EDTA), Sulfonatos aromáticos
<b>Aditivos de la gasolina</b>	Dialquil éteres, Metil-t-butil éter (MBTE)

Resumen de algunos contaminantes emergentes (Barthi et al. 2007 y Diamanti-Kadarakis et al. 2009).

La contaminación emergente es el resultado de la inclusión de nuevas sustancias que se utilizan en cantidades pequeñas pero de manera frecuente (tanto en tiempo como en el número de personas que las utiliza). La presencia de estos compuestos no se conocían o no se reconocían previamente como contaminantes, pero son tóxicos, persistentes y bio-acumulables. Dado que estas sustancias son

como contaminantes, pero son tóxicos, persistentes y bio-acumulables. Dado que estas sustancias son de inclusión relativamente reciente, no se conoce el efecto que causan a los organismos acuáticos (aunque se ha detectado su presencia) y no se encuentran consideradas en la legislación. No obstante, en los últimos 20 años, diversas investigaciones revelan su presencia en los cuerpos de agua y los efectos nocivos de algunos de estos compuestos.

Adicionalmente debemos de considerar dentro de esta problemática a las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTARs), ya que en el actual ciclo del agua, el paso de esta a través de procesos físicos, químicos y biológicos para eliminar los desechos humanos es cada vez más frecuente. Las PTARs están diseñadas para degradar sustancias de origen natural, por lo que aunque las aguas negras o residuales hayan pasado por una PTAR, los procesos de limpieza que ocurren en éstas eliminan solo algunos nutrientes (nitrógeno, fósforo) y la presencia de numerosos sustancias pasa desapercibida pues sus concentraciones son bajas y variables. Sin embargo, una vez que estos compuestos persistentes se encuentran en el agua, siguen su ciclo y llegan a ríos, lagos, mares o al agua subterránea e incluso se han llegado a detectar en el agua potable (figura 1).



**Figura 1.** Rutas de los medicamentos en su uso, excreción e incorporación en los ecosistemas acuáticos (modificado de Altmajer V.D. Contaminantes emergentes. <http://www.ugr.es/~mgroman/archivos/Mojacar/charla1.pdf>).

Algunas de las investigaciones realizadas han empezado identificar diversas alteraciones en numerosos organismos provocadas por la presencia de los contaminantes emergentes.



La otra cara de nuestra vida civilizada

**Café**

El café es uno de los productos de más amplia utilización en el mundo, se calcula que se consumen 2,250 millones de tazas de café por día. La cafeína es el compuesto estimulante que se encuentra en el café y se adiciona a numerosas bebidas y en productos farmacéuticos. Su excreción se realiza a través de la orina y su presencia se ha detectado en diversos cuerpos de agua (incluyendo aguas costeras y oceánicas) aunque en bajas concentraciones. La presencia de la cafeína se ha asociado a la presencia de bacterias coliformes resultantes de las heces fecales humanas. Esta relación (bacterias coliformes y cafeína) es frecuente en los sitios donde se descargan las aguas negras o tratadas que salen de las PTARs, por lo que su presencia se asocia a contaminación urbana e incluso se ha considerado la posibilidad de evaluar la calidad del agua a través de las concentraciones de cafeína presentes en el agua.



La cafeína es el compuesto activo del café que se elimina vía orina y llega a los ecosistemas acuáticos.

Con el fin de saber si las concentraciones de cafeína presentes en el agua pueden afectar a los organismos acuáticos, se han realizado ensayos de laboratorio con mejillones. Los resultados evidenciaron que la cafeína modifica ligeramente los mecanismos de defensa ante partículas o microorganismos invasores que pueden ser perjudiciales (inhibición de la fagocitosis). Hasta el momento son pocos los estudios que se han realizado para conocer los efectos nocivos de la cafeína, quizás en el futuro se conozcan otras afectaciones.

**Analgésicos**

El uso de los analgésicos antiinflamatorios no esteroideos (naproxeno, ácido acetilsalicílico, diclofenaco e ibuprofeno, entre otros), no solo se ha incrementado en las últimas décadas, sino que además se ha comprobado su uso indiscriminado. Los estudios realizados con estos fármacos han comprobado que generan efectos tóxicos en organismos acuáticos, algunos de los afectados son las

microalgas, las cuales constituyen los primeros eslabones de cadenas tróficas. Al dañar a las plantas que se consumen por macroinvertebrados y estos a su vez por vertebrados, se rompe el equilibrio del ecosistema. Los daños incluyen daño celular (oxidación de las membranas) y del ADN (en las bases que constituyen el material genético).

### Antibióticos

Los antibióticos son principalmente utilizados en el tratamiento de infecciones en humanos, animales domésticos y de cría. Aunque también se usan para incrementar el peso del ganado y tanto en acuicultura como en la agricultura para prevenir daños por infestaciones de bacterias. Algunas investigaciones han demostrado que la toxicidad generada por los antibióticos elimina directamente a cianobacterias y algas verdes de los ecosistemas acuáticos; esto afecta al resto de la cadena trófica ya que cianobacterias y algas verdes son la base de los ecosistemas. Por otro lado, la preocupación que genera el uso de antibióticos se debe a la resistencia que generan las bacterias a estos compuestos, de manera que cada vez requieren de fármacos más fuertes o concentraciones más altas para tener los efectos deseados. Esto genera un impacto importante para la salud humana y provoca efectos dañinos sobre las especies que habitan los cuerpos de agua, a los cuales llegan sus residuos. A lo anterior debemos sumarle, el efecto combinado de diversos antibióticos que coinciden en el medio acuático, porque estos generan efectos mayores que los efectos individuales de cada uno de ellos.

Un aspecto importante que cabe mencionar es que tanto los sobrantes de analgésicos como antibióticos son frecuentemente desechados a través de las aguas negras (WC), con lo cual se agregan concentraciones elevadas y mezclas que provocan impactos en los ecosistemas (figura 2).

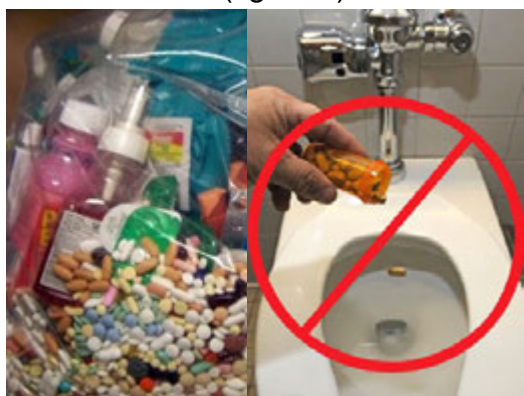


Figura 2. Sobrantes de antibióticos que se desechan a través de las aguas negras afectan los ecosistemas acuáticos incrementando las concentraciones de contaminantes y mezclas de químicos.

### Disruptores endocrinos

Los disruptores endocrinos son sustancias químicas

que contaminan el ambiente y que debido a su estructura química similar a las hormonas se unen a los receptores hormonales, alterando con ello los procesos hormonales y consecuentemente las funciones corporales y en el largo plazo las respuestas individuales, poblacionales y ecosistémicas (figura 3). Este tipo de contaminantes está conformado por un amplio grupo de sustancias que incluyen desde pesticidas organoclorados (el discontinuado DDT, endosulfán) de amplio uso en la agricultura, antifúngicos (Viclozonidas) para la producción de vino tinto, retardantes de llama en textiles (Bifenilos policromados), recubrimientos de sartenes (Perfluorados), materiales utilizados para la construcción de CD's, lentes y biberones (BPA-policarbonato), ingredientes para la elaboración de cosméticos (Parabencenos) y anticonceptivos, entre otros.

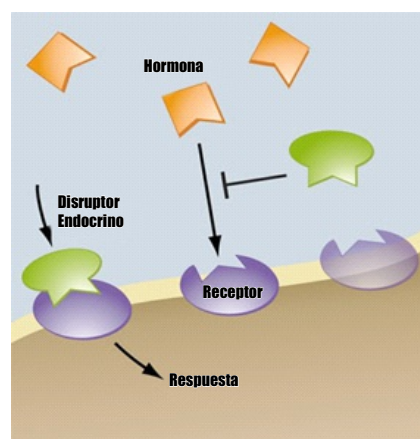
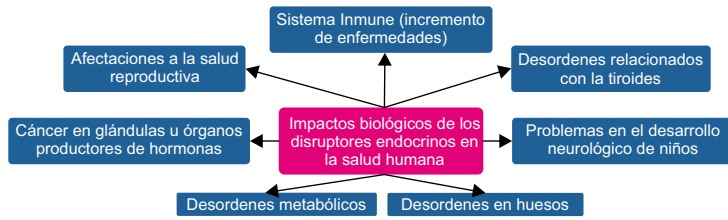


Figura 3. Disruptores endocrinos se unen a los receptores hormonales y con ello interrumpen los proceso hormonales y alteran las funciones corporales. (tomado de PKD Diet [http://www.pkdiet.com/pld\\_disruptors.php](http://www.pkdiet.com/pld_disruptors.php)).

Existe evidencia en estudios de laboratorio y campo que muestran la potencialidad de sustancias que causan alteraciones en los ciclos hormonales de numerosos organismos incluyendo a humanos a concentraciones ambientales reales. Estos efectos varían desde cambios sutiles en la fisiología y comportamiento sexual de las especies hasta alteraciones permanentes de la diferenciación sexual. Entre ellas se pueden incluir el mal funcionamiento reproductivo por alteraciones de los procesos de producción, transporte y modificación de las reacciones de los órganos y sistemas del cuerpo provocados por las hormonas sexuales. Aunque también es posible que las alteraciones sean causadas por la inhibición de las hormonas. Estos efectos pueden llegar incluso a causar nacimientos de varones con micro penes o adultos con producción de espermatozoides anormal en su morfología y movilidad. En mujeres pueden acelerar el desarrollo sexual o alterar la reproducción por baja fecundidad e incluso causar esterilidad, así como embarazos anormales, mayor cantidad de abortos no inducidos

y cánceres reproductivos entre otros (Figura 4). Algunas investigaciones han evidenciado la feminización de peces (machos) en los vertederos de las aguas municipales en Inglaterra y en ríos de España (Brack et al. 2007) o de los caimanes del río Paraná en Argentina (Stoker et al. 2011). Asimismo se ha observado la pérdida del instinto materno en las aguillillas de Florida; la formación de parejas entre hembras e intentos de reproducción en las gaviotas de las poblaciones de la zona de los Grandes Lagos.



**Figura 4.** Posibles efectos de los disruptores endocrinos en la salud humana.

**Alternativas para conocer y reducir la contaminación emergente**

¿Qué podemos hacer para reducir la contaminación emergente? A través de diversas acciones podemos empezar a mitigar los daños causados por estos contaminantes. Un primer paso es el convertirnos en consumidores responsables, que buscan enterarse de la información que viene en las etiquetas en letras pequeñas, así como de la parte que no está incluida. Esta responsabilidad incluye el conocer la existencia, presencia y efectos de numerosas sustancias que forman parte de los productos higiénicos, cosméticos, alimentarios y textiles, entre otros, que utilizamos diariamente y sus efectos en nuestra salud y en el bienestar ambiental. Este conocimiento nos permitirá elegir razonada y conscientemente nuestras futuras compras de manera que la respuesta como consumidores concientes se hará notar en la producción de opciones menos contaminantes.

Otro aspecto importante es concientizar tanto a los médicos como a los pacientes de diversas opciones para reducir la medicación y en particular la automedicación. Cuando sea necesario el uso de medicamentos, este deberá de acompañarse de una valoración y prescripción personalizadas. Adicionalmente, el paciente deberá conocer los daños que conlleva el uso de los medicamentos, no solo en su persona sino en el ambiente. Otra posibilidad es el uso de terapias naturales cuando el tipo y gravedad de la enfermedad lo permita.

El mejorar los sistemas de depuración de las aguas residuales (PTAR) es otro punto que puede ayudar a eliminar la presencia de este tipo de compuestos.

Actualmente se están probando tecnologías que ya han mostrado ser eficientes en la disminución hasta 90% de compuestos hormonales. Para poder proponer sistemas de tratamiento de aguas residuales eficientes a las necesidades actuales es necesario que se amplíe la investigación en el tema y que esta línea de investigación se considere prioritaria.

Es importante que se busque el desarrollo del trabajo conjunto de sociedades científicas grupos ambientalistas y autoridades relacionadas, los cuales deben conjuntamente establecer los estándares de generación, control y producción de sustancias químicas. El objetivo debe ser que la industria química genere compuestos con acciones benéficas y que no interfieran con los mecanismos hormonales.

Finalmente, ampliar y actualizar el soporte marco normativo y su seguimiento a través de las instancias correspondientes es indispensable para que los cambios y estrategias que se propongan logren llegar a obtener los resultados deseados: agua de calidad para el consumo humano y protección del ambiente.

**Para Saber Más:**

BHARTI K., Sanjay K., Amir K., Amit W. (2007) Endocrine disruptors. *The Internet Journal of Family Practice*: 10(1)  
 BRACK W., Klamer H.J.C., López de Alda M., Barcelo D. (2007) Effect-directed análisis of key toxicants in European river basins: A review. *Env. Sci. Pollut. Res*: 14(1):30-38.  
 DIAMANTI-KADARAKIS E. Bourguignon J-P., Giudice L.C. Hausser R., Prins G.S., Soto A.M., Zoeller R.T., Gore A.C. (2009) Endocrine-Disrupting Chemicals: An Endocrine Society Scientific Statement. *Endocr Rev*: 30(4): 293–342.  
 STOKER C., Repetii M.R., García S.R., Zayas M.A., Galoppo C.H., Beldoménico H.R., Luque E.H., Muñoz-de-Toro M.N. (2011) Organochlorine compound residues in the eggs of broad-snouted caimans (*Caiman latirostris*) and correlation with measures of reproductive performance. *Chemosphera*: 84: 311-317.

Dra. Rebeca Aneli Rueda-Jasso, Laboratorio de Biología Acuática, Facultad de Biología y Q.F.B. Rosa María Trujillo-Aguirre, Facultad de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

# ¿Qué es y para qué sirve el PET?

Luis Manuel Montaña Zetina y  
Omar Villalobos Mora

**E**n esta época de grandes y veloces avances en ciencia y tecnología es difícil no sorprenderse de los instrumentos y dispositivos que surgen día con día que logran que nuestra vida sea más confortable y divertida. Por ejemplo, se puede tomar el desarrollo de la “World Wide Web” (WWW) como un parte aguas del avance tecnológico en lo que respecta a la comunicación e información en el mundo, pues es increíble la enorme cantidad y variedad de software, audio, video y texto que están ahora a nuestro alcance, permitiéndonos descargar películas y videojuegos desde nuestro hogar o trabajo, escuchar música de cualquier género, chatear con personas que habitan en otros países, consultar información de todo tipo. Estos avances en ciencia y tecnología también han tenido su impacto en otras áreas de nuestra vida cotidiana como lo es el cuidado de nuestra salud. Podemos apreciar cómo han influido estos avances en la medicina moderna al escuchar las noticias de los recientes hallazgos científicos que nos ayudan a combatir alguna enfermedad mortal que afecta al mundo o a algún familiar cercano. De igual manera, podemos apreciar este avance al observar en programas de televisión la nueva tecnología usada en la producción de prótesis, o las actuales técnicas empleadas en intervenciones quirúrgicas que quizá algún conocido o nosotros mismos ya hemos experimentado.

Los adelantos logrados en la medicina han requerido de un arduo esfuerzo por parte de numerosos investigadores de distintas áreas del conocimiento, entre las cuales mencionamos a la física. Los beneficios aportados por la física se han manifestado en el desarrollo de diferentes herramientas para el diagnóstico y el tratamiento de enfermedades. En este artículo se hablará de un instrumento para el diagnóstico médico denominado tomografía por

emisión de positrones (PET, por sus siglas en inglés).

El sistema PET es una herramienta utilizada para obtener información morfológica (es decir, de la estructura del tejido) y funcional (de como funciona el tejido a nivel molecular) del interior del cuerpo de un paciente sin necesidad de cirugía exploratoria. La técnica se utiliza principalmente para el diagnóstico, valoración y tratamiento de cáncer (aproximadamente el 90% de su empleo se dedica a este fin), enfermedades del corazón (5%) y enfermedades neurológicas (5%). Un sistema PET común en los hospitales se muestra en la figura 1.



**Figura 1.** Aquí podemos observar un sistema PET. En la imagen se observa un anillo, el cual contiene un arreglo de detectores de radiación gamma, y una camilla. Para obtener una imagen, se le inyecta un radiofármaco al paciente, después se le recuesta en la camilla para introducirlo en el anillo de detectores (copyright [www.siemens.com/press](http://www.siemens.com/press)).

## Inicios de la radiología

De las primeras aplicaciones de la física en medicina se encuentra el área de la radiología. La radiología estudia las aplicaciones terapéuticas de la radiación y su uso en diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Esta rama de la medicina tuvo sus inicios con el descubrimiento de los rayos X, en 1895, por Wilhelm Conrad Röntgen (ver figura 2), quien ganara, en 1901, el primer premio Nobel en

física de la historia por dicho hallazgo. Los rayos X, que son ondas electromagnéticas más energéticas que la luz visible, fueron introducidos al mundo haciendo énfasis en su gran propiedad para poder penetrar a través del cuerpo humano y proyectar imágenes de su interior en placas fotográficas. En pocas décadas los pioneros de la radiología se dieron cuenta del potencial de esta radiación en la medicina y empezaron a aplicarla como herramienta de diagnóstico, principalmente en estudios del sistema óseo.



**Figura 2.** La imagen arriba es una radiografía de la mano de la esposa de Röntgen. En ella se aprecian los huesos de la mano, así como el anillo que portaba en ese momento.

Pese a los motivadores logros de esta incipiente área de la medicina, los médicos pronto se percataron de las limitaciones de esta técnica al emplearla para estudiar el tejido blando, puesto que el pobre contraste obtenido en las imágenes de estos tejidos no permitía usarla para el diagnóstico médico en estos casos. Al pasar los años hubo mejoras en las técnicas radiológicas con rayos X, así como en las tecnologías de los equipos. Entre las mejoras realizadas podemos mencionar la reducción de las dosis nocivas de radiación empleadas en la obtención de imágenes de rayos X, a inicios de la década de 1910. También tenemos la introducción de los métodos de contraste en las décadas de los 20 y 30, donde se administran sustancias como el sulfato de bario y algunos compuestos orgánicos yodados, los cuales se distribuyen en el tejido de interés logrando definir con más detalle su imagen con rayos X. En 1972 se introdujo la “Tomografía Computarizada” (TC). Esta técnica consiste en enviar rayos X bajo cierto ángulo hacia la zona del cuerpo que nos interesa obteniéndose una imagen, que es digitalizada y almacenada en un ordenador. Posteriormente, se repite este procedimiento para varios ángulos hasta completar los 360 grados y, mediante una serie de procesos matemáticos llamados algoritmos, el ordenador es capaz de reconstruir a partir

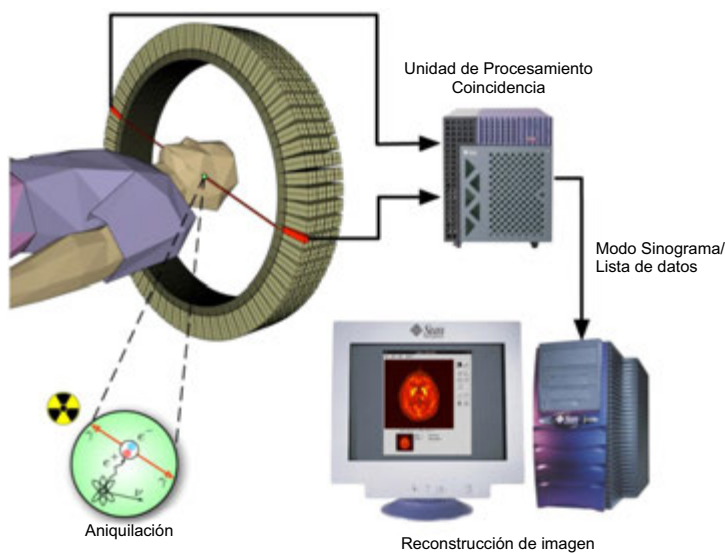
de la información obtenida imágenes en 2D y/o 3D. Lo anterior se logra tan sólo trabajando con rayos X. A raíz de todo lo anterior no fue extraño que con el avance de la tecnología y nuestra mejor comprensión de la física de la radiación se exploraran nuevas y mejores técnicas potenciales para la radiología.

### **Nacimiento del sistema PET**

En 1932, fue detectado por primera vez el positrón, antipartícula del electrón, cuyas propiedades y existencia habían sido predichas por el premio Nobel de física, Paul Dirac. Las antipartículas tienen propiedades interesantes, por ejemplo, cuando una partícula se encuentra con su antipartícula, ambas desaparecen creando un par de rayos gamma (radiación electromagnética más energética que los rayos X), los cuales viajan sobre una misma línea pero en sentidos opuestos; a este proceso se le conoce como aniquilación de pares. Con el proceso de aniquilación del par positrón-electrón y la emisión resultante de dos rayos gamma en direcciones opuestas, los científicos se dieron a la tarea de construir escáneres capaces de ubicar la posición aproximada donde ocurriesen estos procesos de aniquilación. Los escáneres fueron mejorados hasta el punto de reconstruir imágenes donde se muestra el área donde se producen las aniquilaciones. Para aprovechar este tipo de escáneres en medicina fue necesario hacer uso de los llamados radiofármacos. Los radiofármacos utilizados por este tipo de escáneres son sustancias cuyos componentes emiten radiación (emisión de energía en forma de ondas electromagnéticas o partículas) en forma de positrones. Asimismo, tienen afinidad a concentrarse en ciertos tejidos dependiendo del tipo de análisis a realizar desde donde su componente radioactiva emite positrones que son aniquilados con los electrones circundantes permitiendo al escáner ubicar esa zona en una imagen. Los primeros prototipos de sistemas PET se desarrollaron a inicios de los años setentas en la Escuela de Medicina de la Universidad de Washington. Las primeras generaciones PET comenzaron con prototipos básicos a los que posteriormente se les añadieron mejoras que permitieron obtener, primero, imágenes del interior de pequeños roedores y después del interior del cuerpo humano. Fue hasta 1978 que apareció el primer sistema PET comercial “ECAT II” producido por EG&G-ORTEC. Hoy en día es una técnica accesible para su uso clínico en hospitales.

## ¿Cómo funciona un sistema PET?

Un sistema PET se compone principalmente de un anillo circular hecho de material centellador el cual es sensible a la radiación gamma. La radiación, al pasar por este material, interacciona en algún punto con los átomos que constituyen al centellador y el resultado de esa interacción es el surgimiento de ondas electromagnéticas con una frecuencia cercana a la de la luz visible, la cual viaja hasta llegar a otro dispositivo conocido como Tubo Fotomultiplicador (PMT, por sus siglas en inglés). El PMT al recibir esta señal de luz se encarga de entregar una respuesta eléctrica. Por tanto, el anillo que forma el PET es un arreglo de muchos centelladores acoplados cada uno a su respectivo PMT que transforma la señal del rayo gamma en una señal eléctrica. Posteriormente analizando estas señales eléctricas podemos convertirla en información digitalizada, que nos permite, mediante un sistema de cómputo, procesar la información y crear una imagen del interior del cuerpo (ver figura 3).



**Figura 3.** El radiofármaco inyectado al paciente se concentra en la zona de interés, en este caso el cerebro. El radiofármaco emite positrones que se aniquilan con los electrones cercanos del tejido, dando lugar a un par de rayos gamma, que en la figura se representan con líneas rojas, que viajan hacia los detectores. Los detectores posteriormente envían una señal a los módulos electrónicos, y estos se encargan de entregar señales digitales a un software diseñado para procesar esta información y generar imágenes (copyright www.wikipedia.org).

¿Cómo logra el sistema PET obtener una imagen del interior de nuestro cuerpo? La radiación que incide en el anillo de centelladores proviene de la aniquilación de un positrón del radiofármaco con un electrón presente en alguna parte del tejido biológico del paciente. El radiofármaco viaja por el torrente sanguíneo para concentrarse en la zona que se quiere visualizar. Es ahí donde la mayor parte de los positrones se aniquilan con los electrones de esa zona del cuerpo. En cada aniquilación se producen

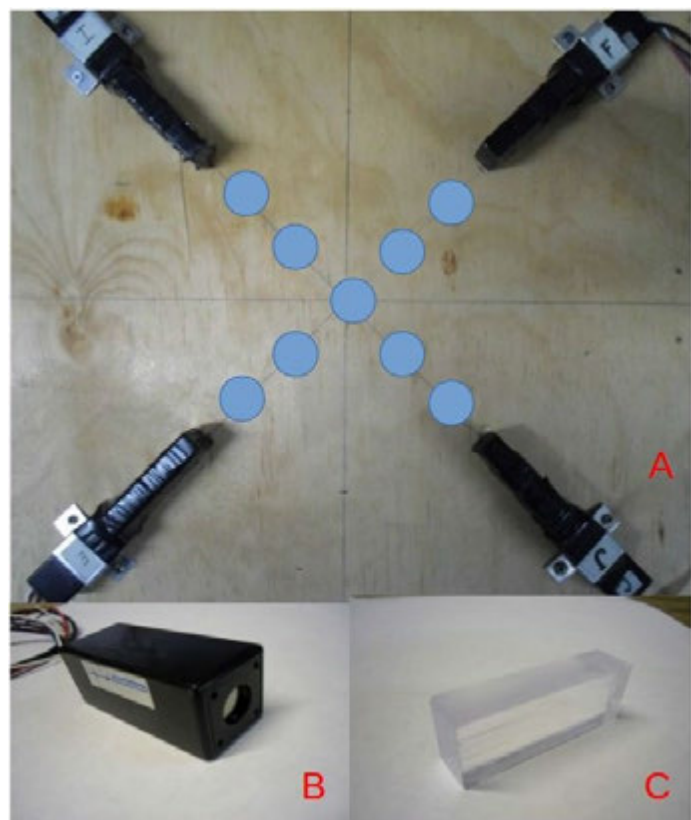
dos rayos gammas que viajan en direcciones opuestas sobre la misma línea. Tomando en cuenta esto y la velocidad a la que viaja este par de rayos gammas es posible ubicar en el espacio el punto donde tuvo lugar este evento. Por tanto, la imagen se podrá crear a través de la identificación simultánea de cada par de rayos gammas por el anillo centellador. Las imágenes que se obtienen a través de un sistema PET son, en general, imágenes en dos dimensiones. Sin embargo, gracias a algunos recursos computacionales, se pueden juntar muchas de estas imágenes para crear una sola en tres dimensiones.

Entre los componentes radioactivos más utilizados de los radiofármacos con aplicaciones en sistemas PET están el  $^{18}\text{F}$  (flúor-18),  $^{13}\text{N}$  (nitrógeno-13),  $^{11}\text{C}$  (carbono-11) y el  $^{15}\text{O}$  (oxígeno-15). Todos ellos tienen un tiempo de vida media (tiempo en que dejan de emitir la mitad de la radiación con respecto a la original) que van desde minutos a algunas horas. Esto quiere decir que la sustancia inyectada al paciente dejará de ser radiactiva en poco tiempo. Posteriormente, este radiofármaco es desechado por el sudor, por vías urinarias o excreciones. En particular, el  $^{18}\text{F}$  es de los más utilizados y tiene un tiempo de vida media de tan sólo 110 minutos.

## Investigación de sistemas PET en México

El sistema PET, como se mencionó al inicio del artículo, ha sido utilizado principalmente en el diagnóstico y como apoyo durante el tratamiento del cáncer. El cáncer es un problema creciente; podemos darnos cuenta de su impacto en nuestra población al observar las estadísticas de diferentes organismos e instituciones. Según la OMS (2010-2012) el cáncer de pulmón, tráquea y bronquios son la cuarta causa de mortalidad en la población mundial. En el 2010 la OPS/OMS estableció que el cáncer es la segunda causa de muerte en América Latina. En México, según las estadísticas del INEGI en el 2012, los tumores malignos son la tercera causa de mortalidad en el país. Para hacer frente a esta problemática, en nuestro país se han creado instituciones o adaptado programas académicos de posgrado con el propósito de preparar recursos humanos con la formación necesaria para llevar a la práctica las técnicas médicas actuales para combatir esta enfermedad así como manejar la tecnología involucrada. Por otro lado, también se ha fomentado el estudio de técnicas radiológicas por grupos de investigación consolidados, así como de investigadores independientes que han trabajado en el área. En nuestro laboratorio del Departamento de Física del CINVESTAV, estamos construyendo un prototipo PET para fines académicos y de investigación.

Nuestro propósito es tener un sistema PET sencillo de armar y que sea simple de entender su principio de funcionamiento. En el futuro pretendemos que sea también la base para desarrollar sistemas PET con las tecnologías más actualizadas para efectos de investigación. Nuestro prototipo utiliza la fuente radioactiva  $^{22}\text{Na}$  (sodio-22) de un tiempo de vida media de 2 años y medio aproximadamente. Además, nuestro prototipo consta de 4 detectores, cada uno de los cuales está formado por un plástico centellador acoplado a un PMT. Los detectores están colocados cada 90 grados (ver figura 4).



**Figura 4.** A) Observamos los 4 detectores (PMT acoplado con un plástico centellador y cubierto con cinta de aislar) localizados cada 90 grados. Los círculos en la imagen corresponden a las posiciones que podemos detectar con nuestro software. B) PMT utilizado en el detector. C) Plástico centellador que se acopla al PMT.

Con esta configuración de los detectores podemos detectar pares de rayos gamma cuando colocamos la fuente radioactiva en la línea que une a los detectores. La forma en que distingue estos procesos de aniquilación de pares es mediante mediciones de tiempo. Los detectores al entrar en contacto con los rayos gamma envían una señal eléctrica a un conjunto de módulos electrónicos, los cuales se encargan de crear una señal digital a partir de una señal eléctrica y con ella seleccionar los pares de señales digitales (una señal por detector) que hayan ocurrido con una diferencia de tiempo del orden de nanosegundos<sup>1</sup>. A los pares de señales selecciona-

dos los identificamos como “señales en coincidencia” y la información de estas señales es enviada a un sistema de cómputo que procesa estos datos que son mostrados en una pantalla. En este prototipo, la muestra radioactiva se ubicó en nueve diferentes puntos o zonas de detección (ver círculos azules de la placa en la figura 4). Dejando la muestra en cada posición por 2 minutos, el prototipo fue capaz de localizar con certeza en un 90% de las veces la posición real de la fuente radioactiva. Como objetivo en un futuro próximo, se pretende disminuir el tiempo de respuesta del prototipo sin comprometer demasiado la capacidad de localización que tiene el sistema. Asimismo, se planea aumentar el número de zonas de detección e incluir más detectores al sistema. Con esto pretendemos lograr tener un primer prototipo que podrá ser usado para crear nuestras primeras imágenes PET de maniqués.

## Bibliografía

- Maurizio Conti, *Physica Medica* (2009) 25. State of the art and challenges of time-of-flight PET.
- Gerd Muehllehner and Joel S Karp, *Phys. Med. Biol.* 51 (2006) R117–R137. Positron emission tomography.
- J. L. Humm, A. Rosenfeld, and A. D. Guerra, *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging* 30 (2003).
- M. Daube-Witherspoon, and G. Muehllehner, *J Nucl Med.* 82, 1717–1724 (1987).
- La historia de la radiología vol 1 y vol 2 publicada por the ESR-European Society of Radiology Octubre 2013, editores: Simon Lee Michael Crean.
- Para entender las radiaciones, Publicado por Dirac - Facultad de Ciencias - Universidad de la República, Gabriel Gonzáles Sprinberg y Carolina Rabin Lema.

<sup>1</sup>Un nanosegundo es la mil millonésima parte de un segundo.

El Dr. Luis Manuel Montaña Zetina es miembro de la planta académica del departamento de Física del CINVESTAV desde 1998. Sus líneas de investigación en el área experimental son: Física de Altas Energías, instrumentación y Física Médica. Es miembro de la Academia Mexicana de Ciencias desde el 2007 y del Sistema Nacional de Investigadores nivel II. Participa en la colaboración mexicana en el proyecto ALICE del LHC en el CERN y el M. en C. Omar Villalobos Mora es egresado de la ESFM del IPN Zacatenco. Se graduó de maestría en ciencias en el Departamento de Física del Cinvestav, su trabajo de tesis fue la construcción del prototipo PET, tema de este artículo.



## Entrevista

Por Roberto Carlos Martínez Trujillo  
y Fernando Covián Mendoza

### Dr. Anatoli Merzon



Doctorado en Ciencias de Físico-Matemáticas, Instituto de Matemáticas y Mecánica de la Academia de Ciencias de la República Socialista Soviética (RSS) de Azerbaijan, por la URSS, en 1981.

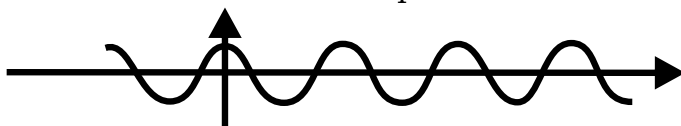
Su área de investigación es la físico-matemática y pertenece al campo de las Ecuaciones Diferenciales Parciales. En particular, se ocupa por cuestiones de la propagación de ondas. Estos problemas

se describen usualmente por medio de la así llamada ecuación de onda, conocida como el estudio de la ecuación de D'Alambert.

Actualmente se dedica al estudio de los problemas de difracción de ondas sobre obstáculos canónicos, esto es, cuñas, semiplanos, esferas, etc. Le interesa la conexión entre los problemas no estacionarios y estacionarios. En particular, investigar cuando el Principio de Amplitud Límite se cumple. Lo anterior significa lo siguiente: supongamos que tenemos una perturbación periódica con respecto del tiempo y de un medio con una amplitud conocida. En este caso, durante algún tiempo, en el medio se establecerán vibraciones periódicas con una amplitud (límite), que estarán descritas por medio de la ecuación de Helmholtz. La pregunta es la siguiente: ¿es cierto que esta solución realmente es la amplitud límite de las soluciones de la ecuación de onda cuando el tiempo tiende al infinito, y si es así, en qué sentido matemático? Este problema físico genera muchos problemas interesantes en matemáticas. Todavía muchos de ellos continúan abiertos en esta área.

Otra dirección de las investigaciones del Dr. Anatoli Merzon que está conectada con los problemas mencionados es la construcción de las soluciones explícitas de los problemas de frontera en ángulos planos (convexos y no convexos). Estos problemas aparecen, en particular, en hidrodinámica lineal. Para resolver estos tipos de problemas fue creado el Método de Características Complejas. En esta área también hay problemas sin resolver.

La tercera dirección del Dr. Merzon es la investigación del sistema de Lamb no lineal. Este sistema describe la interacción de la cuerda infinita y un oscilador no lineal. Le interesa la teoría de dispersión en este problema. La investigación de este problema está inspirada por las transiciones de Bohr a los estados cuánticos seguidos de radiación. El sistema de Lamb proporciona un modelo matemático muy simple de las transiciones y radiación que permite reducir el problema de dispersión a una ecuación ordinaria. Este sistema representa un sistema no lineal Hamiltoniano que consiste de una ecuación de onda vectorial acoplada con un oscilador no lineal. En particular, en el caso escalar, este sistema describe una cuerda que interactúa con el oscilador. Nuestra meta principal es demostrar completitud asintótica en la dispersión en este problema. Este Proyecto se realiza en conjunto con Wolfgang Pauli Institute, Faculty of Mathematics de la Universidad de Viena, Austria con el Instituto Superior Técnico de Lisboa.



## Aparte de la investigación y la academia ¿en cuáles áreas podría desenvolverse un matemático?

Un matemático, si tiene el deseo de hacerlo, puede desenvolverse en cualquier área: física, ciencias computacionales, astronomía, técnica, ingeniería, biología, sociología, administración, psicología, aún en medicina, literatura y política, etcétera. ¡Claro que debe estudiar esas áreas muy bien!

Pero una buena educación matemática tuvo que modelar en él propiedades de su pensamiento tales como la facultad de plantear problemas, de expresar sus ideas de manera lógicamente determinada, con "racionalidad", y de desarrollar el gusto por la demostración, por la justificación de las formulaciones y acciones. ¡Claro, estas propiedades son especialmente provechosas en las áreas donde las matemáticas se aplican directamente: física, ciencias computacionales, técnica, ingeniería, biología, sociología, entre otras!

## Doctor ¿podría comentarnos que fue lo que lo motivó a enfocarse en el estudio de las matemáticas?

Cuando fui niño, mi papá era maestro de matemáticas. Egresado de la Universidad de Moscú, él trabajaba en escuelas secundarias y preparatorias. Entonces, cuando mi hermana y yo paseábamos con él, nos ponía a calcular resultados de operaciones aritméticas.

Aquello era como un juego y ganaba quien más rápido y correctamente calculara, por ejemplo, multiplicar 16 por 11 mentalmente. De paso, nos enseñaba algunos trucos con números, como aquel que para determinar si un número natural es divisible entre 3 es suficiente sumar las cifras de este número y si esta suma se divide en 3 entonces el número también.

Otro: si quieres elevar al cuadrado un número de dos cifras, el cual termina con la cifra 5, es suficiente multiplicar la primera cifra por otra que es mayor en 1 que esa primera y atribuir 25. Por ejemplo:  $65^2 = 6 \cdot 7 \cdot 25 = 4225$ . Claro que a mí me interesó ¿por qué esta regla da un resultado correcto? Esto yo lo averigüé mucho más tarde cuando conocí álgebra y la palabra clave en matemáticas: "demostración".

Además, él nos proponía resolver problemas aritméticos mentalmente. El primer problema que yo resolví cuando tenía 6 ó 7 años fue el siguiente: tú y tu hermana tienen en total 20 manzanas, pero tú

tienes 4 manzanas más que ella. ¿Cuántas manzanas tienen tú y tu hermana? Este problemita se llamaba el problema sobre suma y diferencia.

Hay que mencionar que en mi época en la URSS había una materia escolar de primaria que se llamaba aritmética, la cual, según yo, ayudaba a desarrollar el pensamiento matemático porque no operaba con ecuaciones algebraicas, que es una actividad más mecánica, sino que obligaba a pensar. Después participé en olimpiadas en matemáticas... y como siempre sucede, algunos éxitos que tiene un niño favorecen el interés en el estudio.

## En su campo de estudio se encuentran las ecuaciones diferenciales parciales ¿podría usted explicar a un público no especializado qué son estas ecuaciones, para qué se emplean y cuáles son sus aplicaciones?

Como cada ecuación, la ecuación en diferenciales parciales (EDP) es una igualdad, en donde en la parte izquierda hay una función incógnita, la cual hay que encontrar, y en la parte derecha hay una función, la cual se conoce. En la parte izquierda hay además derivadas parciales de la función incógnita. El problema es encontrar la función incógnita.

Por ejemplo, la ecuación ordinaria  $mv' = f$  (ordinaria significa que la función incógnita depende solamente de una variable en contraste con la ecuación diferencial parcial donde las funciones dependen de varias variables) describe la segunda ley de Newton: masa multiplicada por la aceleración es igual a la fuerza.

Siempre podemos calcular la velocidad  $v$ . Si usted quiere construir un edificio que no vaya a ser destruido por un temblor, necesita usar las ecuaciones de elasticidad que son ecuaciones diferenciales parciales y también proceden de las leyes de la mecánica. Ahora existen programas que calculan aproximadamente las soluciones de estas ecuaciones que son muy útiles para los ingenieros.



## ¿Podría mencionar algunos ejemplos específicos y más relacionados con nuestra vida diaria en donde se aplican estas ecuaciones?

Hablando imaginariamente, ellas (EDP) "viven" en cada celular que usamos, en cada aparato de la oficina médica, etcétera. Claro que nosotros, usando estos aparatos no pensamos sobre ecuaciones EDP, al igual que no pensamos sobre átomos, de los cuales consiste todo, y a los cuales se subordinan las leyes de la mecánica cuántica y se describen por medio de las ecuaciones parciales.

## De una manera sencilla ¿Podría explicar a los lectores de la revista Saber más en qué consiste su trabajo de investigación y cuáles son sus aplicaciones?

Mi trabajo de investigación consiste en el estudio matemático de unos fenómenos de la propagación de ondas: las del sonido, del agua, las electromagnéticas.

Mis colegas, mis estudiantes y yo tratamos de crear algunos modelos matemáticos que describen fenómenos físicos (por ejemplo, difracción de ondas), y calcular las características numéricas de estos fenómenos.

Pero la más importante "aplicación" para mí es la preparación de especialistas de gran calificación en ciencia matemática y física matemática. Para hacerlo bien y modernamente, para mí siempre es necesario hacer investigaciones.

## ¿Qué es lo que le atrajo de estos temas de investigación?

Usualmente en las elecciones de temas de investigación juegan un papel importante los maestros. He tenido en mi vida la suerte de encontrar profesores que me demostraron porque dichas áreas son interesantes, importantes y bonitas.

## ¿Por qué considera usted que sea importante estudiar y realizar investigación en matemáticas?

No solo en matemáticas. Un gran matemático me explicó que aún en el lavado de trastes hay elementos creativos. Si hablamos seriamente, no se puede ser especialista de alto nivel en ningún área sin realizar investigación, de una u otra forma.

Además, ello siempre es tan interesante, tan atrayente, y no predecible, que para quien la hace le

proporciona placer... ¿A groso modo, ¿qué es una investigación? Es un experimento para entender algo o mejorar algo. ¡Hay que tomar el ejemplo de los niños, ellos siempre investigan!

## ¿Cuáles han sido los problemas a los que se ha enfrentado para desarrollar su trabajo como científico y de qué manera los ha superado?

Existen muchos problemas. Depende del planteamiento del problema. Si esto se hizo bien (nadie sabe que es esto) hay chances que el problema será resuelto. El problema científico no tiene que ser ni trivial ni demasiado difícil.

Para los jóvenes que quieren hacer ciencia hay que saber que necesitarán limitar su vida, rechazar muchas cosas divertidas y prepararse para una rutina, de la cual el 90% lo ocupa el trabajo científico.

## ¿Cuál es su visión de las matemáticas en México y cuáles son los retos que enfrenta en nuestro país?

Diría que las matemáticas en México se encuentran en un gran nivel. Especialmente las matemáticas puras (teóricas) se desarrollan muy bien. Hay muchos artículos publicados en revistas indexadas, siempre encuentro mexicanos en congresos internacionales, así como estudiantes de nuestro país en las universidades de Europa... Tal vez faltan medios y los esfuerzos necesarios para que los buenos estudiantes mexicanos no se vayan para trabajar en el extranjero.

Además, me parece que las matemáticas aplicadas no se han desarrollado suficientemente porque no hay una conexión entre tecnología y matemáticas y no existen muchos centros de ingeniería y tecnología en México.



## ¿De qué manera cataloga la investigación en matemáticas que se desarrolla en México a diferencia de la que se desarrolla en su país natal, Rusia?

En la época de la URSS esta área fue muy desarrollada, y la URSS jugó gran papel en la construcción de la educación matemática en México. Pero después de la "Perestroyka" las prioridades del desarrollo cambiaron mucho allá. Muchos matemáticos de alta clase abandonaron el país y las ciencias exactas dejaron de ser prestigiosas y bien financiadas.

Al contrario, en México existe un sistema bastante efectivo de apoyo a los científicos del alto nivel. A mí me parece que las matemáticas en México están más integradas que las de Rusia en el sistema internacional científico.

## ¿Qué considera que hace falta en México y en nuestra Universidad para lograr un mayor número de investigadores en el área de las matemáticas?

No veo limitaciones para los jóvenes que quieren y son capaces de trabajar en las matemáticas. Ellos pueden estudiar matemáticas, tener becas... Otra cosa es dónde trabajar después del estudio. Pero este problema no es de mi competencia.

## ¿Considera que su formación como matemático ha influido de cierta forma en su vida cotidiana fuera del área académica?

Por supuesto. Como dijo un escritor, especialista: es parecido a un pinchazo. Yo no hice y no alcanzaré a hacer muchas cosas que soñaba.

## ¿Cómo fue que llegó a nuestro país y decidió radicar en México?

El año 1995, en un congreso de matemáticas en Francia encontré un matemático ruso, Petr Zhevandrov, el cual trabajaba en Morelia. Platicamos y encontramos que teníamos intereses científicos comunes. Él me invitó a visitar México para hacer una plática y conocer cómo viven y trabajan los matemáticos en la Universidad. Yo acepté... ¡y a mí me gustó todo! En comparación con las condiciones del trabajo en Rusia las condiciones en México fueron de orden mejor.

Así, cuando él me propuso intentar trabajar en el Instituto de Investigaciones Físico-Matemáticas (IFM), yo no lo dudé, y mi destino en el IFM se compuso de manera favorable.

## Si no hubiera sido matemático ¿qué le hubiera gustado estudiar y por qué?

Egresé de la Universidad Pedagógica de Moscú donde estudiaba matemáticas, programación y didáctica de su enseñanza. Trabajé como "programista" y maestro en matemáticas de distintos niveles. Siempre me gustó la física experimental e ingeniería.

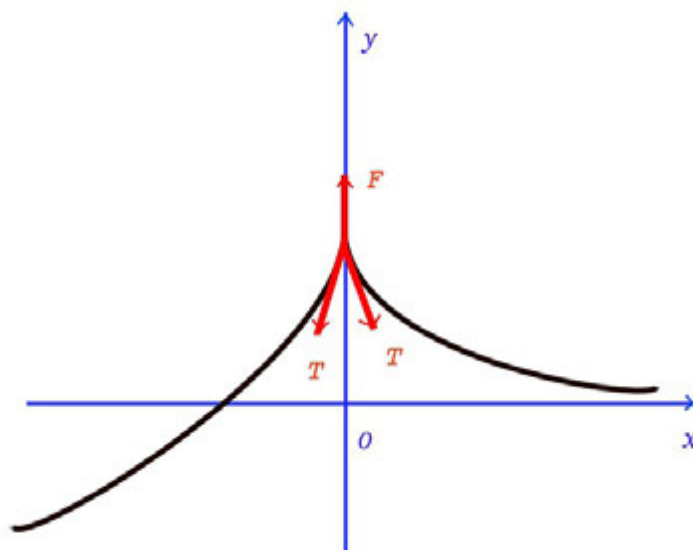
## Además de las matemáticas ¿qué es lo que disfruta hacer cotidianamente dentro del ámbito personal?

No tengo mucho tiempo libre, pero a mí me gusta salir a caminar con mis perritos y trabajar en el jardín. Antes jugaba volleyball.

## ¿Qué les recomienda a nuestros jóvenes lectores para interesarlos en el estudio de las matemáticas?

Depende de la edad. Leer libros de divulgación sobre la historia de las matemáticas: de Courant, ¿Qué son las matemáticas?, de Poya, ¿Cómo resolver problemas?, e intentar resolver problemas de olimpiadas en matemática para secundaria y preparatoria. Si no las saben, leer las soluciones e intentar entenderlas. Muy importante es buscar matemáticos que trabajen en temas actuales y hacerles preguntas.

Y para todos los que deseen estudiar matemáticas es importante amar esta materia. Sin amor todo es aburrido. ¡Y claro, los éxitos son necesarios, favorecen el interés en el estudio! ■



**Guerda acoplada a un oscilador.** Estos resultados están reportados en el artículo "Scattering in the Zero-mass Lamb System" aceptado para su publicación en PHYSICS LETTERS A cuyos autores son: Dr. Anatoli Merzon y M.C. Marco Antonio Taneco-Hernández.



**L**a Dra. Alejandra Ochoa Zarzosa, quién obtuvo el grado de Doctora en Ciencias en la UNAM, está adscrita como Profesora-Investigadora a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) y cuenta con un laboratorio en el Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología.

El interés principal de investigación de la Dra. Ochoa Zarzosa radica en el estudio de la respuesta inmune innata (primera barrera de defensa de las células) durante la interacción hospederopatógeno, y desde hace varios años, ha estudiado el efecto que ejercen pequeñas moléculas de defensa conocidas como “péptidos antimicrobianos” durante esta interacción, particularmente aquellos producidos por plantas.

Los péptidos antimicrobianos son una amplia gama de moléculas producidas prácticamente por todos los organismos como parte esencial de su respuesta de defensa ante un ataque o daño. Como su nombre lo indica, estas moléculas son de origen proteico y tienen efecto en contra de bacterias, hongos y protozoarios, aunque también pueden inactivar virus y matar células animales.

La Dra. Ochoa Zarzosa se ha enfocado en analizar otros efectos de los péptidos antimicrobianos de plantas más allá de sus propiedades antimicrobianas, los cuales se centran en determinar si éstos pueden también modular la respuesta inmune en mamíferos, hecho que no se ha explorado hasta el momento para este tipo de moléculas de origen vegetal. Cabe señalarse que estos efectos se han buscado en péptidos antimicrobianos de animales y se ha encontrado que sus propiedades inmunomoduladoras las ejercen a concentraciones mucho más pequeñas que a las que tienen sus efectos antimicrobianos.

### ¿Por qué buscar este tipo de efectos en péptidos antimicrobianos de plantas?

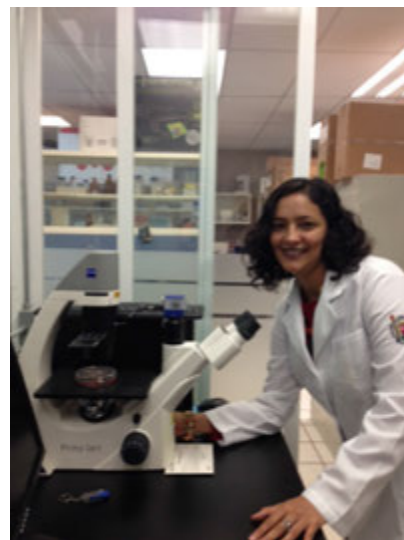
Las principales razones obedecen a la búsqueda de moléculas que no sean tóxicas para las células animales y que permitan que éstas se defiendan adecuadamente ante una infección, sin poner en peligro a la flora benéfica y disminuir el riesgo de desarrollar resistencia al tratamiento.

Las plantas son una fuente rica de “péptidos antimicrobianos”, describiéndose hasta el momento 311 moléculas de este tipo (<http://aps.unmc.edu/AP/main.php>), por lo que representan un gran universo dónde explorar nuevos efectos inmuno-moduladores.

Actualmente el grupo de investigación de la Dra. Ochoa Zarzosa, integrado por otros profesores investigadores de la UMSNH y estudiantes de licenciatura y posgrado, está trabajando con péptidos antimicrobianos (defensinas) producidos por el chile habanero (*Capsicum chinense*), aguacate nativo mexicano (*Persea americana* var. *drymifolia*) y *Arabidopsis* (*Arabidopsis thaliana*), con el objetivo de determinar si pueden modular la respuesta inmune innata de células bovinas o células humanas durante eventos de infección por bacterias.

Esta investigación es de gran importancia para la UMSNH debido a su alcance internacional, ya que es apoyada por el International Centre for Genetic Engineering and Biotechnology (ICGEB, Trieste, Italia), a través del Research Grant 2013 para México, el cual otorga solo un reconocimiento (donativo) por país al año.

Los resultados que se desprendan de estas investigaciones, además de contribuir a la generación de conocimiento, pueden incidir en el desarrollo de nuevos fármacos y terapias más eficientes para combatir las infecciones.



Dra. Alejandra Ochoa Zarzosa foto a la Deracha



Fotografía: PetStar

**E**l 16 de julio de 2014 fue inaugurada en México, la planta de reciclado de PET (polímero plástico, polietilén tereftalato) grado alimenticio más grande del mundo (PetStar). En ella se reciclan botellas de PET convirtiéndolas en resina reciclada para la fabricación de nuevos envases para alimentos y bebidas. Está ubicada en la ciudad de Toluca, estado de México y cuenta con ocho subsedes de acopio en el interior del país.

PetStar es actualmente capaz de reciclar 3,100 millones de botellas de PET al año, para ser convertidas en más de 50,000 toneladas de Resina PET grado alimenticio de alto valor agregado, lo que la convierte en la “Planta de PET Reciclado Grado Alimenticio más Grande del Mundo”, avalado por “PCI PET Packaging Resin and Recycling, Ltd.” (Reconocido Organismo Internacional con sede en el Reino Unido). Es la única en su tipo, totalmente integrada desde la recolección de las botellas hasta su reincorporación en envases nuevos con contenido reciclado, lo que la hace sustentable y competitiva, fortaleciendo el liderazgo de México en reciclado de avanzada, con nuevas tecnologías y gran escala, posicionando a nuestro país como líder mundial en este aspecto.

El reciclado de Pet en esta empresa utiliza una tecnología suiza e italiana, cuyo proceso utiliza 75 por ciento menos de energía que se emplea cuando las resinas son vírgenes. Para generar en PetStar 65 mil toneladas de nueva resina, se emplean 80 mil toneladas de material para reciclar.



El proceso inicia con el prelavado de las botellas, retirando suciedad, etiquetas y tapas, usando un equipo de tecnología italiana AMUT; una vez limpios los envases se procede a la selección del material y éste se pasa a la molienda transformándolas en hojuelas, las que se lavan para eliminar pegamentos y sólidos que no son PET mediante una tecnología suiza Buhler. Ésta consiste en un paso de purificación, para obtener la resina que cumpla con los requisitos de inocuidad para ser utilizada en envases para alimentos o bebidas. Posteriormente las hojuelas son secadas, homogeneizadas y pasan a un sistema de extrusión, con el que las hojuelas se transforman en resina de PET aún sin forma, para ser cristalizadas y obtener una resina resistente y útil para la fabricación de botellas y envases para alimentos y bebidas. Finalmente, Aquí se verifica que el producto cumpla con todas las especificaciones para que pueda ser utilizado en la fabricación de nuevas botellas de PET.

Estos envases cumplen con los estándares solicitados por el organismo estadounidense FDA (Food and Drug Administration, Administración de Alimentos y Medicamentos) y por la COFEPRIS (Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios) en México.

El PET reciclado también puede utilizarse para fabricar playeras, o bolsas -para las que el proceso es el mismo, y a partir de la resina, el productor textil la derrite para obtener el hilo, haciendo las prendas totalmente de poliéster reciclado y utilizando por ejemplo aproximadamente 8 botellas para una playera.

El proyecto PetStar, en busca de cerrar el círculo virtuoso del reciclado y coadyuvar a mejorar las políticas y prácticas ambientales y de impacto social en nuestro país, consta de un Auditorio con un Museo que permite fomentar la educación y cultura ambiental al organizar visitas guiadas a la planta. Para visitar la planta PetStar y su museo, se pueden comunicar al tel. 01 722 180 63 90 extensión 130, msalinas@petstar.mx o ingresar a su página [www.petstar.mx](http://www.petstar.mx).



Fotografía: PetStar



Fotografía: Cortesía de la Nasa

Fotografía: <http://www.xatakaciencia.com/biologia/que-pasa-con-el-crecimiento-vegetativo-en-gravedad-cero>

Con el propósito de aumentar las posibilidades de cultivar plantas en el espacio o en otros planetas, se han realizado investigaciones en la Estación Espacial Internacional, estudiando el comportamiento del crecimiento de las plantas en un ambiente sin gravedad. Una de las plantas sujeta a estudio es *Arabidopsis* (*Arabidopsis thaliana*), especie de rápido crecimiento, con la que se han investigado los procesos de germinación, pero principalmente el desarrollo de sus raíces. Para estudiar el efecto de la gravedad en estas plantas, se utilizó un programa especial que capta imágenes con una cámara fotográfica a intervalos regulares de crecimiento.

La gravedad es un factor que influye en el crecimiento de las raíces, pero los científicos descubrieron que sus plantas cultivadas en el espacio (sin gravedad), no cambian el hábito de crecimiento y desarrollo de las raíces. Con esta investigación se ha demostrado que esta teoría está equivocada.

Un equipo de investigadores de la Universidad de Florida en Gainesville cree que esta habilidad está relacionada con la capacidad inherente de una planta para orientarse como crece. Las semillas germinaron en la estación espacial internacional produciendo raíces que se comportaban como lo harían en la Tierra, una vez que germinan, las raíces crecen de la semilla para buscar nutrientes y agua con exactamente el mismo patrón observado con gravedad. A este fenómeno se le conoce como fototropismo negativo. Los investigadores sugieren que aunque las plantas estén orbitando a unos 350 Km sobre la tierra, todavía retienen el hábito mostrado en la tierra, aún sin gravedad.

Los científicos Anna-Lisa Paul, Claire E. Amalfitano y Robert J. Ferl de la Universidad de Florida en Gainesville, monitorearon el crecimiento de *Arabidopsis* desde el Centro Espacial Kennedy en Florida. Usaron imágenes enviadas desde la Estación Espacial, cada 6 horas durante 15 días, obteniendo interesantes resultados. Las semillas fueron cultivadas en cajas Petri sobre el medio nutritivo, determinando el crecimiento sobre la superficie del medio de cultivo.

Los procesos determinados fueron tamaño de las plantas, la ondulación e inclinación de las raíces, en dos cultivares de *Arabidopsis*, *Wassilewskija* (WS) y *Colombia* (Col-0). Primeramente se observó que el tamaño de las plantas se ve afectado por la gravedad, ya que fue menor al de las plantas cultivadas en la Tierra en la torre de Control de ambos cultivares.

La ondulación en las raíces de plantas se cree que está asociada con la percepción y la evasión de obstáculos, dependiendo de la detección de la gravedad y capacidad de respuesta. Mientras que la inclinación es la progresión de las raíces que crecen a lo largo de una superficie casi vertical, en la dirección de la gravedad.

Los resultados de esta investigación muestran que, en ausencia de gravedad pero con luz, las raíces permanecieron fototrópicamente negativas, creciendo en la dirección opuesta del crecimiento del tallo, como lo hacen en la Tierra. El camino recorrido por las raíces en su crecimiento se guía con los complejos patrones de ondulación e inclinación, características de la Tierra y la influencia de la gravedad. Además, mientras estaban en órbita, cada cultivo conservaba un patrón único de inclinación terrestre.

Sin embargo, el equipo observó que el grado de ondulación mostrado por las plantas en el espacio no coincide con lo que se preveía con las raíces de plantas cultivadas en la Tierra. En el espacio, la ondulación era mucho más sutil. Este resultado refuerza la idea de que la ondulación e inclinación representan dos fenómenos separados, y que la gravedad no funciona como parte mecánica sobre estos dos procesos.

Las plantas del cultivar WS mostraron marcadas diferencias con el cultivar Col-0, las primeras crecen de manera sesgada, hacia la derecha de la órbita, mientras que las del cultivar Col-0 crecieron con muy poca desviación hacia la fuente de luz. Sin embargo, aunque estas diferencias entre plantas sin y con gravedad eran evidentes, ambos cultivares recapitularon los patrones generales de crecimiento bien establecidos para WS y Col-0 en condiciones de cultivo terrestres.

Artículo Original:

<http://www.biomedcentral.com/1471-2229/12/232/#ins1>



# PANELES SOLARES:

Generadores de Energía Eléctrica

Rafael Salgado Garciglia

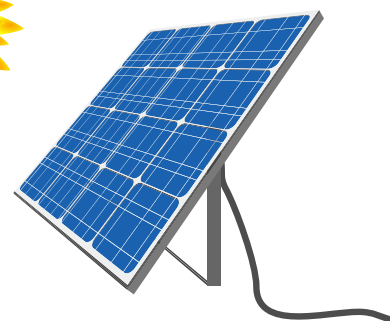
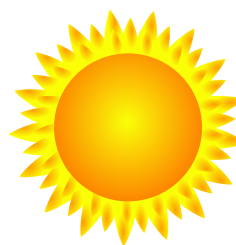


¿Conoces los paneles solares? ¿Sabes qué tipo de energía generan? Se trata de la **Energía solar fotovoltaica**, un tipo de energía renovable utilizada para **generar electricidad**. Funciona transformando de forma directa la radiación solar en electricidad gracias a unos **Paneles fotovoltaicos**, formados de **Celdas fotovoltaicas**.

La generación de energía solar es uno de los métodos más limpios de producción de energía ideado por el hombre hasta ahora, ya que se basa en la conversión de la captación de la radiación solar y su transformación en electricidad (fotovoltaica) o en calor (térmica), convirtiéndose en un proceso comparable al mecanismo básico de las plantas para generar su energía, conocido como fotosíntesis.

Los rayos solares son una fuente básica de energía inagotable, el 99.98% de la energía proviene del sol como energía radiante y equivale a  $173,000 \times 10^{12}$  Watts -unidad de medida de generación de energía-. De esta energía, el 77% es reflejada o devuelta al exterior. Sólo el 23% es retenido en la tierra, este porcentaje se emplea casi todo en el ciclo hidrológico -evaporación, convección, precipitación y corrientes de agua, entre otras formas-; una pequeña fracción 0.2% da lugar a olas, vientos y fenómenos de convección en la atmósfera y una fracción aún menor 0.02 % es capturada y transformada por las plantas en el proceso de fotosíntesis e ingresa de esta forma al sistema trófico que sustenta la vida sobre la tierra.

Esta gran cantidad de energía puede captarse para generar **ENERGÍA ELÉCTRICA**, una alternativa tecnológica moderna para obtenerla, son los paneles solares formados por celdas fotovoltaicas, que transforman de manera directa la radiación solar en electricidad.



## CELDA FOTOVOLTAICA

Las celdas fotovoltaicas son dispositivos formados por metales sensibles a la luz que desprenden electrones cuando los rayos de luz inciden sobre ellos, generando energía eléctrica. Están formados por celdas hechas a base de silicio puro con adición de impurezas de ciertos elementos químicos, siendo capaces de generar cada una de 2 a 4 Amperios, a un voltaje de 0.46 a 0.48 Voltios. Estas celdas se colocan en serie sobre paneles o módulos solares para conseguir un voltaje adecuado a las aplicaciones eléctricas; los paneles captan la energía solar transformándola directamente en eléctrica en forma de corriente continua, que se almacena en acumuladores, para que pueda ser utilizada fuera de las horas de luz. Los módulos fotovoltaicos admiten tanto radiación directa como difusa, pudiendo generar energía eléctrica incluso en días nublados.



Una de las ventajas de esta tecnología es porque es modular, lo que permite fabricar desde pequeños paneles, útiles para los techos de las casas o hasta grandes plantas fotovoltaicas que pueden generar gran cantidad de energía. Pero también es una tecnología limpia ya que es renovable e inagotable y no contamina, no emite CO<sub>2</sub> y los gastos de mantenimiento son mínimos.



Los elementos principales de un panel solar son: Generador Solar, un conjunto de paneles fotovoltaicos que captan energía luminosa y la transforman en corriente continua a baja tensión; Acumulador: Almacena la energía producida por el generador y transforma a través de un inversor la corriente continua en corriente alterna; Regulador de carga, su función es evitar sobrecargas o descargas excesivas al acumulador, puesto que los daños podrían ser irreversibles; Inversor (opcional), se encarga de transformar la corriente continua producida por el campo fotovoltaico en corriente alterna, la cual alimentará directamente a los usuarios.

Un sistema fotovoltaico no tiene por qué constar siempre de estos elementos, pudiendo prescindir de uno o más de éstos, teniendo en cuenta el tipo y tamaño de las cargas a alimentar, además de la naturaleza de los recursos energéticos en el lugar de instalación.

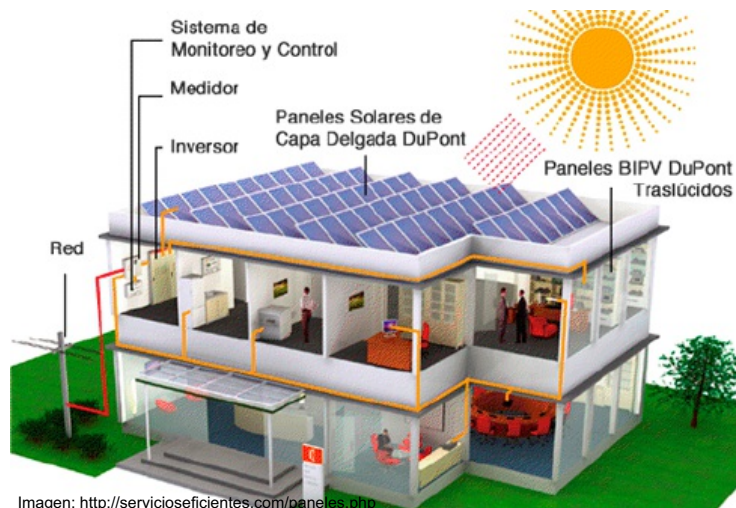


Imagen: <http://servicioseficientes.com/paneles.php>

## APLICACIONES

Tradicionalmente este tipo de energía se utilizaba para el suministro de energía eléctrica en lugares donde no era rentable la instalación de líneas eléctricas. Con el tiempo su uso se ha ido diversificando hasta el punto que actualmente resultan de gran interés las instalaciones solares en conexión con la red eléctrica.

La energía fotovoltaica tiene muchísimas aplicaciones, podemos disponer de electricidad en lugares alejados de la red de distribución eléctrica. De esta manera, podemos suministrar electricidad a casas de campo, refugios de montaña, bombes de agua, instalaciones ganaderas, sistemas de iluminación o balizamiento y sistemas de comunicaciones.

Mediante sistemas fotovoltaicos conectados a red, una aplicación que consiste en generar electricidad mediante paneles solares fotovoltaicos e inyectarla directamente a la red de distribución eléctrica, hay compañías que distribuyen energía eléctrica a casas o empresas, como ocurre actualmente en países como España, Alemania o Japón. Estas compañías de distribución eléctrica están obligadas por ley a comprar la energía inyectada a su red por estas centrales fotovoltaicas, que puede ser una casa.



Imagen: <http://panelessolarescaseros.net/?p=355>

España es uno de los primeros países con más potencia fotovoltaica del mundo, con una potencia acumulada instalada de 3,523 Megawatts (MW). Tan solo en 2008 la potencia instalada en España fue de unos 2,500 MW. Alemania es en la actualidad el segundo fabricante mundial de paneles solares fotovoltaicos tras Japón, con cerca de 5 millones de metros cuadrados de paneles solares, aunque sólo representan el 0.03% de su producción energética total. La venta de paneles fotovoltaicos ha crecido en el mundo al ritmo anual del 20% en la década de los noventa. En la UE el crecimiento medio anual es del 30%.

En México el uso de energía solar fotovoltaica es aún incipiente, los costos y la falta de programas de gobierno con subsidios para la producción de energía fotovoltaica, hacen que estas inversiones aún presenten tiempos prolongados de recuperación. Para sistemas interconectados, el acceso a la red eléctrica en México requiere una serie de permisos y contratos con la Comisión Federal de Electricidad (CFE). La CFE dará punto de conexión a la red eléctrica, pero en la práctica no existen aún gran número de sistemas interconectados.

**¿PANELES SOLARES EN NUESTRAS CASAS?**

Los paneles fotovoltaicos actualmente se pueden obtener a precios moderados que resultan ya totalmente competitivos para generar energía en nuestras casas a un precio que merece la pena. Y, puesto que el precio de los paneles no va a aumentar (si acaso permanecerá a un valor constante unos años antes de seguir disminuyendo) y puesto que el resto de fuentes energéticas utilizan recursos cada vez más escasos (gas, carbón, uranio) que sí van a

aumentar su costo en un futuro, la energía solar fotovoltaica es ya competitiva y lo va a ser cada vez más.

El modelo más desarrollado en España es el conocido como huerta solar, que consiste en la agrupación de varias instalaciones de distintos propietarios en suelo rústico. Cada instalación tiene una potencia de hasta 100kw que es el umbral que establecía la legislación para el máximo precio de venta de energía eléctrica. Estas instalaciones pueden ser fijas o con seguimiento, de manera que los paneles fotovoltaicos están instalados sobre unas estructuras que se mueven siguiendo el recorrido del sol para maximizar la generación de electricidad.

La demanda de este tipo de instalaciones ha sido tal que en los últimos años se han saturado las líneas eléctricas de muchas zonas rurales, a la vez que se ha aumentado el precio de parcelas rústicas y se han disparado las solicitudes de punto de conexión.

Para el uso de esta tecnología, se realizan diversas líneas de investigación en energía fotovoltaica que tienen el objetivo de incrementar el rendimiento de las celdas rígidas minimizando el impacto ambiental de la purificación del silicio; conseguir celdas flexibles; o, mediante nanotecnología, vincular fotosíntesis y efecto fotovoltaico.

**PARA SABER MÁS**

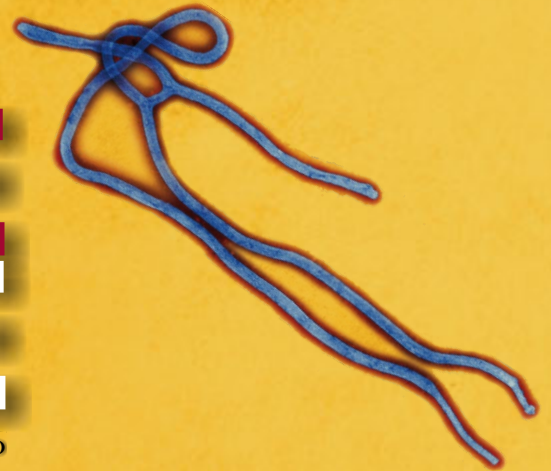
Energía Fotovoltaica:  
<http://www.mexicosolar.com/efotovoltaica.html>  
 VIDEO:  
<http://www.sostenibilidad.com/energia-solar-fotovoltaica/>



PANELES SOLARES: Generadores de Energía Eléctrica

# ZONA HOT CALIENTE ZONE

Horacio Cano Camacho



**E**l término Thriller se refiere a un género de la literatura (y el cine) caracterizado por el suspenso, la intriga y el terror. Fundamentalmente se trata de historias vertiginosas que atrapan al lector o auditorio y le impelen a estar pendiente del desenlace de cada escena o pasaje, generando la necesidad de mirar el siguiente capítulo para satisfacer la curiosidad y emoción desatada por la historia. El libro que comentamos hoy podría pasar perfectamente bien por un estuendo thriller si no fuera por una razón: la narrado allí es rigurosamente cierto...

Se trata de Zona caliente (Richard Preston 2014), Ed. Salamandra, Barcelona. ISBN 9788498386448. 384 pp. El libro fue publicado originalmente en 1994 como una investigación periodística en un intento de explicar los orígenes y evolución del virus Ébola y advertir de sus peligros. Su autor es un escritor y periodista, colaborador de muchas revistas y diarios de prestigio que se ha especializado en la relación entre la literatura y la ciencia.

Salamandra y otras editoriales han actualizado la versión original y recién se publica corregido y aumentado a raíz (no hay que negarlo) del brote de Ébola en el occidente de África y la posibilidad de su dispersión a otras áreas del mundo. Dispersión analizada y prevista en el libro original.

El título describe un área de los laboratorios en donde se investigan los agentes causales de enfermedades contagiosas. La “zona caliente” es, en el argot de los científicos, donde se concentran los

virus más letales. En términos técnicos, se trata de un área de Bioseguridad Nivel 4.

Los laboratorios que manejan microorganismos deben crear y mantener diferentes niveles de protección contra el riesgo de dispersión y contagio. El nivel 1 es el más básico, en él se trabajan microorganismos poco peligrosos e incapaces de generar contagios. Basta con el uso de guantes, bata y otras medidas de limpieza. El nivel 2 requiere de un trabajo de esterilización previa y posterior al manejo y permite trabajar bacterias, virus y otros agentes patogénicos de riesgo moderado. Se trabaja con gabinetes de esterilidad, guantes, tapabocas, bata y otros medios físicos. Aquí se deben concentrar los estudios con hepatitis, VIH, *Salmonella*, etc. En el nivel 3 se trabaja con agentes biológicos que tienen capacidad de transmisión por vía respiratoria y que pueden causar infecciones serias y potencialmente mortales: tuberculosis, la influenza, entre otras. Se requieren trajes especiales, mascarilla para ojos, guantes, zonas de esterilidad antes y después del área de trabajo, etc.

En la zona caliente (nivel 4) se trabajan las enfermedades más peligrosas que se conocen. Todos son virus y no existe hasta ahora ningún medio clínico para ser tratados. En este nivel es necesario el aislamiento total del personal, del edificio, sistemas complejos de ventilación y manejo de desechos, trajes especiales y presión reducida para evitar que cualquier material en contacto con los virus salga del laboratorio. Aquí se trabaja con Ébola, Marburgo, Lassa, Junin, Hanta, Crimea-Congo, etc.

Todos productores de fiebres hemorrágicas, terroríficos en sus efectos e incurables.

El libro está contado con todo rigor y conocimiento, pero de manera vertiginosa, en la que uno se siente dentro de una novela. Se basa en hechos reales, documentados y contrastados con varios de sus protagonistas reales. Es un relato apasionante y sobrecogedor y sí, plantea escenarios terroríficos. Pero su propósito no es asustarnos, si informar de los desafíos que muchos microorganismos plantean para la salud humana y la necesidad de seguir investigando.

Circulan de boca en boca o en las redes sociales rumores de que el ébola no existe o sus efectos se han magnificado artificialmente por gobiernos o intereses oscuros. En “Zona caliente” se narran los primeros casos documentados de algunas de estas enfermedades, su desenlace (muy trágico) y cómo se llegó a descubrir al agente causal. En particular se centra en los filovirus, Marburgo y Ébola, los únicos miembros conocidos de esta clase de virus, un grupo en forma de hilo o fibrilar que representan dos de los más peligrosos hasta ahora conocidos.

Yo leí ya la segunda versión y puedo localizar algunas correcciones. Esto es normal, ya que no es una novela (aunque lo parezca). En 1994 no se conocían muchos detalles de la biología de estos virus, incluso su detección era muy diferente, implicando la infección a propósito de animales de laboratorio, algo muy penoso. También se pensaba que el Ébola y el Marburgo podían dispersarse por vía aérea lo que generaba escenarios muy delicados. Ahora sabemos que no, por fortuna se requiere el contacto directo con las secreciones de las víctimas y la biología ha avanzado de manera muy espectacular, lo que nos permite ser un poco más optimistas con relación a las enfermedades de la zona caliente.

También he podido contrastar la información de lugares, fechas, datos, nombres, con la literatura científica y probar la gran documentación que el libro maneja. De esta manera puedo recomendarlo como una buena fuente de información para el gran público. De hecho, este texto es obligatorio en las escuelas e institutos norteamericanos y ha sido galardonado con el Premio del Instituto de Física de Estados Unidos. ■



Foto de Richard Preston

# BIOINFORMÁTICA

Luis Suárez Rodríguez

[http://www.aliciastella.com/blog/wp-content/uploads/2011/08/scientific-american\\_digital-dna-02.jpg](http://www.aliciastella.com/blog/wp-content/uploads/2011/08/scientific-american_digital-dna-02.jpg)

Como si de una escena de ciencia ficción se tratase y pudiéramos acceder a lo más profundo de la información de un ser vivo desde un click en nuestra tablet o computadora personal o incluso desde nuestros dispositivos móviles, y el poder pensar en acceder a la historia completa, a las enfermedades o problemas encriptados dentro de su ADN, podría sonar descabellado, sin embargo, actualmente esto próximamente podría dejar de ser una fantasía, gracias a la BIOINFORMÁTICA.

Desde que en 1977 Sanger, Maxam y Gilbert desarrollaron el método de secuenciación del ADN, múltiples métodos e información ha empezado a estar al alcance de los grupos de investigación en genómica, dando un gran paso en 1990 cuando se inició el desciframiento del genoma humano.

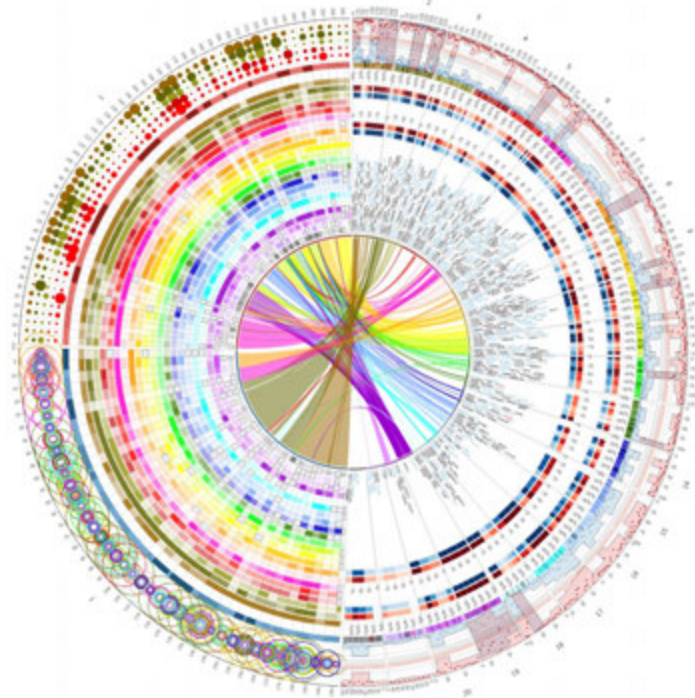
A partir de este punto la cantidad de información disponible era muy poca ya que organismos sencillos como bacterias eran los que habían sido secuenciados, de los cuales estaríamos hablando de solo cientos de nucleótidos (las bases estructurales del ADN) por descifrar, y lo cual no sucedería con el ser humano el cual contiene millones de pares de nucleótidos.

Es por eso que se hizo necesario un método que permitiese almacenar, ordenar, y manipular toda esta información de manera sencilla, accesible y amigable con los usuarios y con el establecimiento de sistemas de bases de datos computacionales como las del "Banco de genes" establecida en 1982, el camino más sencillo parecía ser la informática.

Sin embargo, los informáticos piensan en

algoritmos y matemáticas que parecían estar muy distantes de los problemas que los estudiosos de las ciencias de la vida tienen, así que era necesario contar con una extraña fusión de estas disciplinas para poder acercar a los biólogos e informáticos a tratar de resolver incógnitas que estaban por venir.

Es así como la fusión de estas dos disciplinas ha sido muy importante, ya que dio origen a la llamada BIOINFORMÁTICA, que según el Centro Nacional para la Información Biotecnológica (NCBI por sus siglas en inglés), es un campo de la ciencia en el cual confluyen varias disciplinas tales como la biología, la computación y las tecnologías de la información.



<http://davetang.org/muse/2012/05/08/installing-circos/circos/>

Imagen creada con Circos. Circos es un paquete de software para la visualización de datos e información.

El objetivo que se persigue es facilitar el descubrimiento de nuevas ideas biológicas que ayuden a crear perspectivas sobre algún campo de investigación biológica como la identificación rápida y confiable de enfermedades, discernimiento de clasificación de especies o incluso que tan contaminada y por quién se encuentra un ecosistema. Y que esta información además, no solo es individual sino masiva, ya que puede incluir información de genes, de función de genes o incluso de las proteínas codificadas en los genes, además de que toda esta información debería encontrarse integrada y de fácil gestión para los usuarios de los laboratorios de investigación, con la capacidad de comparar y relacionar la información genética con una finalidad deductiva, para ofrecer respuestas que pudieran no parecer obvias a la vista de los resultados de los experimentos.

En un principio se pensaba que la bioinformática se referiría solo a la creación y mantenimiento de las bases de datos que almacenaban la información biológica, lo cual podría ser una tarea sumamente sencilla para los informáticos. Sin embargo se necesitaba desarrollar la manera de interpretar y clasificar esta información, tarea que hasta ese momento concernía solo a los biólogos moleculares, eran por tanto necesario crear un "puente" que permitiera manifestar las necesidades que los

biólogos tenían y que junto con los informáticos trataran de desarrollar los algoritmos necesarios para descifrar la información almacenada y así fusionar matemáticas aplicadas, estadística, ciencias de la computación, inteligencia artificial, química y bioquímica. Con esta información, el Informático soluciona problemas al analizar datos y simular sistemas o mecanismos, para adquirir, almacenar, organizar, analizar o visualizar tales datos en los organismos vivos.

Los Bioinformáticos han empezado a ser ese puente, aunque actualmente son pocos en el mundo y por tanto tienen una ardua tarea, la cual a través de herramientas y utilizando la información depositada en las bases de datos del mundo comienzan a descubrir relaciones escondidas en el "código de la vida", aplicándola hacia la enzimología, genética, biología estructural, medicina, morfología y ecología, entre otras.

La BIOINFORMÁTICA tiene grandes alcances actuales como el alineamiento de secuencias, la predicción de genes, armado de genomas, predicción de estructura de proteínas, interacciones y modelado de la evolución, lo cual nos acerca cada vez más al sueño de contar con toda la información de la vida al alcance de un click. ■



<http://biotechexecutivesearch.com/wp-content/uploads/2013/06/bioinformatics3-1700x480.jpg>



NADA SE EXPANDE COMO EL MIEDO

# CONTAGIO

HORACIO CANO CAMACHO

**S**iguendo con cierta costumbre (no escrita), de ligar el libro recomendado con una película, platicaremos hoy de Contagio (EUA, 2011, Dir. Steven Soderbergh). Ésta la vamos a usar como una película de referencia en cuanto a las que plantean escenarios catastróficos usando como tema una pandemia que arrasa con buena parte del mundo. No es la primera, le anteceden películas como La amenaza de Andrómeda (Robert Wise, 1971), El puente de Casandra (George Pan Amatos, 1976), Epidemia (Wolfgang Petersen, 1995), 12 monos (Terry Gilliam, 1995), Ceguera (Fernando Meirelles, 2008 sobre el libro Ensayo sobre la ceguera de José Saramago, 1995), hasta aquellas que recrean un mundo postapocalíptico de los sobrevivientes, apelando más a la parte fantástica, tales como Soy leyenda (Francis Lawrence, 2007, sobre la novela homónima de Richard Matheson de 1954), Guerra Mundial Z (Marc Forster, 2013, versión libre del libro de Max Brooks de 2006), Exterminio, también llamada 28 días después (Danny Boyle, 2002). No son todas, por supuesto, pero si constituyen una buena muestra.

Los temas apocalípticos han copado las pantallas. En general, reflejan los miedos de la sociedad hacia lo desconocido. En este caso hacia los microorga-

nismos. Un miedo a que desaten pandemias que hagan enfermar a millones poniéndonos al borde de la extinción. En otros casos, las enfermedades dejan secuelas en los sobrevivientes, transformándolos en seres terroríficos, hiperviolentos y privados de conciencia (una suerte de zombies). En general, estas películas tienen en común la pérdida de control de un agente infeccioso, la mayoría de las veces ideado por alguna mente malévola o incluso como un arma. Los creadores pierden el control y la enfermedad sale a la sociedad, matando a la mayoría y dejando sólo a un puñado de héroes que lucharán durante toda la trama, por controlar y derrotar a la enfermedad.

El hilo conductor es una enfermedad que alguien estudia (en general con malos propósitos) y por descuido o sabotaje se le va del control, sembrando la destrucción. En realidad no hace falta tener al agente infeccioso en un laboratorio, las enfermedades más peligrosas coexisten con nosotros en la naturaleza. Nadie las ha construido. Virus como el Ébola, Marburgo, Lassa, VIH se encuentran circulando en el corazón de África y hay otras igual de mortales en Asia o América. En todo caso, somos nosotros los que hemos invadido los territorios en donde desde siempre han estado y por supuesto, no hace falta que algún malvado las traiga a las ciuda-



des. El SARS, la fiebre aviar, la encefalitis o la fiebre de Nilo son transmitidas por animales silvestres, quienes contagian a los domésticos y éstos al humano. Otras como el mismo Ébola o el Hanta, viven agazapados en ratones y murciélagos y llegan a nosotros porque invadimos su espacio o sequías, devastaciones ambientales o simple turismo “acercan” a los portadores con nosotros.

La película Contagio de S. Sodebergh se diferencia del resto ya que no busca culpar a villanos de risa, la epidemia se difunde a los humanos como en la realidad pasaría. Se trata de una película de suspenso que mezcla muy bien la ciencia, el suspenso y el terror, arrojándolo de un estilo a medio camino entre el documental y la ficción. En este sentido no hay un misterio oculto, ni villanos a quien culpar.

Hay un manejo de la historia que refleja cierta frialdad y linealidad que a muchos no ha gustado. La enfermedad surge en Oriente y de allí, a través de viajeros llega hasta Norteamérica en donde se dispersa con una inusitada velocidad. La película, como si de un documental se tratara, nos va dando pistas sobre su origen, su dispersión, contagio y letalidad. Aparecen las escenas de pánico, los negacionistas y los que buscan hacer negocio con el

terror. También nos da cuenta de la desesperación de algunas comunidades por conseguir medicamentos o vacunas y la actitud altruista de muchos científicos que no dudan en autoinmolarse para salvar vidas...

La película tiene muy buena factura, tal vez su mayor falla sea apegarse demasiado a los hechos reales, científicos. Hay una ausencia de drama y emoción, en contraste con las otras películas del género, recordadas arriba. Creo que de manera deliberada, el director prefirió dar información más verificable y menos emocionante, lo cual se agradece, pero termina siendo demasiado fría. Creo que no sale del estilo de este director, famoso por Sexo, mentiras y video, El Che, El informante, Traffic, Erin Brockovich, entre otras. Todas en la línea de mostrar datos verificables.

Es una película interesante por la información, bien realizada, buenas actuaciones. Las otras enunciadas tal vez son más emocionantes. Si ve algunas de ellas puede comparar la película de acción, el drama y el thriller con los hechos más apegados a la realidad. Para una tarde de domingo sin mucho quehacer... ■



Contagio



## Experimenta

**S**i soplas con un popote dentro de un vaso con agua, las burbujas de aire suben a la superficie porque son más ligeras que el agua; si fueran más pesadas se sumirían hasta el fondo.

También la madera es más ligera que el agua, así que si intentas sumergir un pedazo le pasará lo mismo que al aire, subirá hasta la superficie y quedará flotando.

En cambio si pones una moneda en el agua se sumirá porque es más pesada.

### ¿A poco una tabla muy grande también pesa menos que el agua?, y una moneda chiquitita de metal ¿pesa más que el agua?

Quando decimos que algo pesa menos o más que el agua, queremos decir que pesa menos o más que si estuviera hecho de agua. Entonces decimos que la madera o el aire pesan menos que el agua porque pesarían más si no fueran de madera o aire sino de agua; pero una moneda aunque sea muy pequeña, como es de metal, siempre pesa más que si estuviera hecha de agua.

### ¿Te imaginas que pasará si metes en el agua una barra que tenga la mitad de madera y la otra mitad de metal? ¿Se hundirá?

Pues si la barra de madera y el metal pesa más que el agua, o sea pesa más que si estuviera hecha de agua se sumirá, pero si pesa menos que el agua flotará.

### Si se sumiera, ¿cómo se sumiría?, ¿llegaría al fondo primero la parte de metal o la de madera?

Como la madera sola no se hunde y el metal si, la parte de madera va a tratar de subir y la de metal va a bajar. Si intentaras sumir la barra con la parte de madera abajo, se daría una marometa a medio camino.

Y el experimento que te propongo que hagas ahora tiene que ver con esas marometas en el agua, pero no necesitas ninguna barra de madera y metal sino simple y sencillamente un cascaron de huevo; o mejor todavía: dos mitades.

Quando partas un huevo guarda las dos mitades del cascarón y obsérvalas por dentro. Notarás que una de ellas tiene una bolsita con aire pegada.

Ahora lo que necesitas es un vaso con agua. Pon cualquiera de las mitades como si fuera una lanchita y húngdela poco a poco hasta que se llene de agua. Una de ellas se sumirá sin mayor problema, pero la otra al sumirse de dará una marometa.

Ya habrás adivinado que la que se da la marometa es la que tiene la burbuja de aire dentro, pasa exactamente lo mismo que aplicamos con la barra mitad metal y mitad madera.

Si puedes partir el cascaron en dos pedazos más o menos iguales, dale a un amigo la mitad sin aire y quédate tú con la otra. Entonces muéstrale varias veces cómo tu mitad se da una marometa cuando se sume y rétaló a que lo logre con la otra. Como nunca podrá con seguridad pensará que tu mitad tiene algo especial y te la pedirá. Lo único que tienes es que antes de dársela revienta la bolsita de aire, y nunca se dará una marometa de nuevo. ■



# Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo Coordinación de la Investigación Científica



The collage includes several key elements:

- Journal Covers:** "eureka" (with a lightbulb icon), "Saber más Revista de Divulgación de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo", and "Revista Ciencia Nicolaita" (ISSN: 0188-9178).
- Website Screenshots:** A navigation menu with "Inicio", "Directorio", "Secciones", "Archivo", "Videos", "Autores", "Contacto", and "Información Legal". Another screenshot shows a search bar and a "Inicio" button.
- Departmental Logo:** "Departamento de Comunicación de la Ciencia La Casita de la Ciencia" featuring cartoon children.
- Main Website Header:** "Coordinación de la Investigación Científica Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo" with a navigation bar: "Inicio | Coordinación | Programas | Publicaciones | SNI | Academias | Patentes | Multimedia | Noticias | Divulgación | Eventos | Contacto".
- Left Sidebar:** "Seleccionar idioma", "Requisitos para tesis", "Doctorados Honoris Causa", "Catálogo de Servicios", "Ranking de la UMSNH", "Cal. de Actividades" (calendar for November 2014), "Créditos", "Ubicación", and "Recomienda la página".
- Center Content:** A news item titled "TIENE EL MISMO VALOR UN BUEN CIENTÍFICO QUE UN BUEN CREADOR: TINOCO RUIZ" with a photo of a man at a podium and a date of November 3, 2014.
- Right Sidebar:** "Bases de Datos CONRiCyT" and "Convocatorias" listing various research grants and fellowships.
- Bottom Banner:** "4to. Biotecnología Alimentaria y Ambiental" on November 13-14, 2014, in Morelia, Michoacán.

[www.cic.umich.mx](http://www.cic.umich.mx)

[cic@umich.mx](mailto:cic@umich.mx)

[webcicumsh@gmail.com](mailto:webcicumsh@gmail.com)