



ARTÍCULO

LA MEMORIA INMUNITARIA DE INVERTEBRADOS: ¿UN NUEVO PARADIGMA EN BIOLOGÍA?

Dr. Humberto Lanz Mendoza¹
y Dr. Jorge Contreras Garduño²

¹Instituto Nacional de Salud Pública

²Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia, UNAM

En ciencia los paradigmas cambian o desaparecen y actualmente se está gestando un nuevo paradigma en biología. Los libros de texto de inmunología y biología señalan que la memoria inmunitaria es única de vertebrados, pero estudios recientes por parte de los ecólogos evolutivos muestran que los invertebrados también tienen memoria inmunitaria.

La definición funcional de memoria inmunitaria es que si un organismo enfrenta dos veces el mismo reto, es decir, un parásito, patógeno o cualquier

otra sustancia ajena al cuerpo del hospedero, lo elimina de manera más rápida y eficaz en un segundo encuentro. Este mecanismo fue propuesto en vertebrados, pero dado que los parásitos y patógenos han evolucionado con sus hospederos animales por más de 500 millones de años, y tanto invertebrados como vertebrados enfrentan repetidamente a estos enemigos, era posible que los invertebrados también tuvieran memoria inmunitaria.

Kurtz y Franz de Alemania, publicaron en 2003 en la revista Nature que un co-

CONTENIDO

ARTÍCULO

LA MEMORIA INMUNITARIA DE LOS INVERTEBRADOS:
¿UN NUEVO PARADIGMA EN BIOLOGÍA? 1

GRAN ANGULAR

LOS DRONES, CON GRANDES VENTAJAS PARA
EL TRABAJO CIENTÍFICO 4

ESTUDIANTES

SIMETRÍAS DE POLÍGONOS, POLIEDROS
Y OTRAS POLICOSAS 5

BREVES DEL CAMPUS 6

PARA CONOCER MÁS 8

LIBROS

FUNDACIÓN E IMPERIO 8



pépedo (los copépodos son pequeños crustáceos con una amplia distribución) eliminaba de manera más eficaz a los cestodos (gusanos anillados, endoparásitos de vertebrados e invertebrados) en un segundo encuentro. El diseño experimental constó de tres grupos: a) el crustáceo enfrentó al parásito no virulento (muerto), y después al parásito vivo de la misma cepa; b) fue inyectado con el líquido en el que se diluía el parásito, y en el segundo reto recibió al parásito vivo; y c) enfrentó una cepa de parásito muerto y luego enfrentó un parásito vivo de una cepa distinta al primer reto inmunitario. Sorprendentemente, sólo el grupo homólogo (que recibió dos retos con cepas similares) vivió más y se infectó menos que los otros dos grupos que recibieron tratamientos distintos (heterólogos).

Kurtz y Franz propusieron que sus datos mostraban un fenómeno similar a la memoria de vertebrados porque era como si la “vacuna” en un invertebrado lo protegiera contra el reto vivo. No obstante, los inmunólogos Franceses Hauton y Smith, en 2007 publicaron en la revista *Bioessays* que sin el mecanismo molecular, no se podría hablar de memoria. Ante este planteamiento, ecólogos evolutivos escoceses y suizos en 2008 escribieron en la misma revista que a nivel funcional, se había utilizado un diseño experimental similar cuando se planteó la existencia de memoria en vertebrados, y posteriormente, se descubrieron sus mecanismos. Desde entonces, el estudio de la memoria innata ha ido en aumento.

Este año, los autores de este artículo junto con otros colegas, planteamos tres condiciones para hablar de memoria

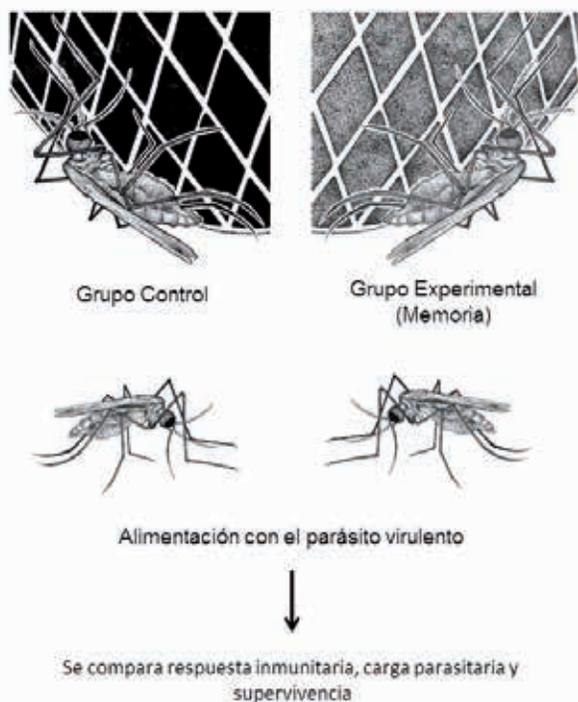


FIGURA 1: LAS HEMBRAS DE AN. ALBIMANUS DE 5 DÍAS DE EDAD INGIEREN SANGRE DE ALIMENTADORES ARTIFICIALES PARA CONTROLAR LA CARGA PARASITARIA. LA FIGURA MUESTRA UN GRUPO CONTROL ALIMENTADO CON SANGRE DE RATÓN SANO Y UN GRUPO EXPERIMENTAL ALIMENTADO CON SANGRE DE RATÓN INFECTADO CON LA FASE NO VIRULENTE DE P. BERGHEI. DESPUÉS DE 7 O 17 DÍAS DE LA PRIMERA ALIMENTACIÓN, TODAS LAS HEMBRAS RECIBEN UNA SEGUNDA ALIMENTACIÓN CON UNA FASE VIRULENTE DEL PARÁSITO. SI UN HOSPEDERO RESPONDE MEJOR EN UN SEGUNDO RETO LUEGO DE UN PRIMER RETO (SI HAY MEMORIA INMUNITARIA), SE ESPERA QUE EN EL GRUPO EXPERIMENTAL, COMPARADO CON EL CONTROL, AUMENTE LA RESPUESTA INMUNITARIA Y LA SUPERVIVENCIA, Y SE REDUZCA LA CANTIDAD DE PARÁSITOS. IMAGEN: ÁNGELA ARITA.

de la vida adulta del mosquito y, sorprendentemente, encontramos el comportamiento bifásico predicho para la respuesta inmunitaria. Dado que esta es la primera vez que se demuestra esta cinética bifásica, actualmente, el biólogo experimental, Guillermo Hernández Robles, estudiante de licenciatura, indaga su existencia en el escarabajo *Tenebrio molitor*.

en invertebrados a nivel funcional en una revisión bibliográfica en la revista *Ecological Entomology*: especificidad, memoria a largo plazo y respuesta bifásica (aumento de la respuesta inmunitaria luego de un primer reto, disminución a niveles basales luego de un tiempo, y un aumento más exacerbado después de un segundo reto con el mismo reto inmunitario que el primero). Encontramos evidencia de las dos primeras por parte de distintos grupos de investigadores a nivel mundial, y el único aporte hasta ahora de la respuesta bifásica, fue publicada por nuestro grupo en 2015 en la revista *Developmental and Comparative Immunology*. Analizamos si el mosquito *Anopheles albimanus* (insecto vector de malaria) mostraba memoria inmunitaria contra *Plasmodium berghei* (Figura 1). Los mosquitos que enfrentaron dos veces a *P. berghei* se infectaron menos y vivieron más, que los mosquitos que enfrentaron distintas especies de *Plasmodium*, o que enfrentaron parásitos distintos (*Plasmodium* y bacterias). Esta protección se presentó a lo largo

DIRECTORIO



Universidad Nacional
Autónoma de México

UNAM

RECTOR

DR. ENRIQUE GRAUJE WIECHERS

SECRETARIO GENERAL

DR. LEONARDO LOMELI VANEGAS

SECRETARIO ADMINISTRATIVO

ING. LEOPOLDO SILVA GUTIÉRREZ

ABOGADA GENERAL

DR. MÓNICA GONZÁLEZ CONTRÓ

COORDINADOR DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

DR. WILLIAM LEE ALARDÍN

CAMPUS MORELIA

CONSEJO DE DIRECCIÓN

DR. ALEJANDRO CASAS FERNÁNDEZ

DR. AVTO GOGICHAISHVILI

DR. DIANA TAMARA MARTÍNEZ RUIZ

DR. DANIEL JUAN PINEDA

DR. ORACIO NAVARRO CHÁVEZ

DR. ENRIQUE CRISTIAN VÁZQUEZ SEMADENI

DR. ANTONIO VIEYRA MEDRANO

COORDINADOR DE SERVICIOS ADMINISTRATIVOS

LIC. RICARDO CORTÉS SERRANO

JEFE UNIDAD DE VINCULACIÓN

F. M. RUBÉN LARIOS GONZÁLEZ

CONSEJO EDITORIAL

DR. YESENIA ARREDONDO LEÓN

LIC. GUADALUPE CÁZARES OSEGUERA

DR. PEDRO COLIN ALMAZÁN

DR. VÍCTOR DE LA LUZ RODRÍGUEZ

M. A. V. LENNY GARCIDUEÑAS HUERTA

DR. ÚLISES ARIET RAMOS GARCÍA

M. EN C. LEONOR SOLÍS ROJAS

CONTENIDOS

MÓNICA GARCÍA IBARRA

DISEÑO Y FORMACIÓN

ROLANDO PRADO ARANGUA

BUM BOLETÍN DE LA UNAM CAMPUS MORELIA ES UNA PUBLICACIÓN EDITADA POR LA UNIDAD DE VINCULACIÓN DEL CAMPUS DIRECCIÓN U.N.A.M. CAMPUS MORELIA: ANTIGUA CARRETERA A PATZCUARO NO. 8701 COL. EX-HACIENDA DE SAN JOSÉ DE LA HUERTA C.P. 58190 MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

TELÉFONO/FAX UNIDAD DE VINCULACIÓN: (443) 322-38-61

CORREOS ELECTRÓNICOS: vinculation@csam.unam.mx

PÁGINA DE INTERNET: www.csam.unam.mx/vinculation

Por otro lado, en la revisión bibliográfica descubrimos que no todos los trabajos apoyaban la memoria en invertebrados, y propusimos dos hipótesis para explicarlo: que depende de la virulencia del parásito o que es costosa en términos evolutivos. La primera hipótesis fue analizada por el estudiante de maestría Héctor Medina Gómez en *T. molitor* contra el hongo *Metarhizium anisopliae* (Figura 2). Contra la cepa virulenta no encontró evidencia de memoria pero sí hubo contra la cepa menos virulenta. El segundo punto lo publicamos en 2014 en la revista *Microbes and Infection*. Observamos que *An. albimanus* tenía menos éxito de eclosión de huevos al generar memoria contra *P. berghei*, en comparación con las hembras que no generaban memoria. Actualmente, la estudiante de licenciatura de la carrera de biología experimental Ana Guerrero

García analiza en *T. molitor* si los machos que han pasado por el proceso de memoria inmunitaria, en comparación con aquellos que no lo han hecho, cortejan menos a las hembras o generan menos espermatozoides. En conjunto, esto dará pistas para saber por qué no siempre se genera memoria inmunitaria en invertebrados y cuáles son sus costos evolutivos.

Finalmente, intentamos escudriñar si el endociclo celular es un mecanismo que explique la memoria. El endociclo se refiere a la síntesis de ADN sin entrar en división celular. Esta propuesta se basó en el trabajo del Dr. Salvador Hernández Martínez del Instituto Nacional de Salud Pública, quien demostró en 2006 en la revista *Archives of Insect Biochemistry and Physiology* que las células de distintos tejidos de *An. albimanus* entran en endociclo cuando enfrentan un reto inmunitario, y quizás, aumenta la producción específica de ciertas moléculas de la respuesta inmuni-

taria sin entrar a división celular. De acuerdo a esto, en 2015, en la revista *Developmental and Comparative Immunology* encontramos mayor intensidad de endociclo celular en *An. albimanus*

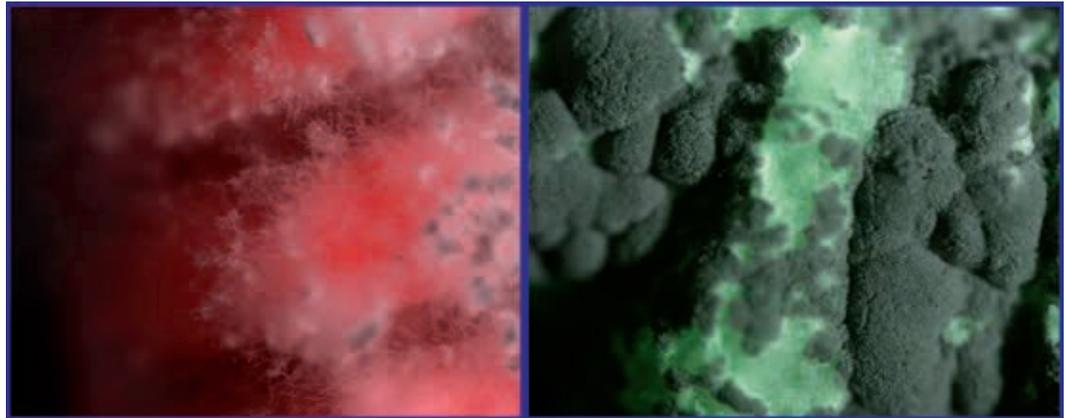
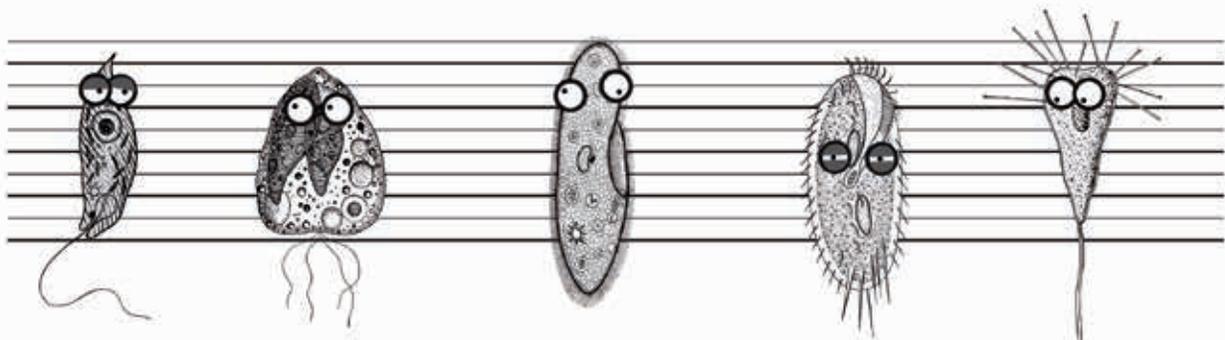


FIGURA 2: LARVAS DE *T. MOLITOR* INFECTADAS CON EL HONGO *M. ANISOPLIAE*. LOS DOCTORES JUAN CARLOS TORRES Y GLORIA ANGÉLICA GONZÁLEZ HAN MODIFICADO GENÉTICAMENTE A ESTE HONGO EN SU LABORATORIO PARA QUE EXPRESE UN GEN QUE LE DA COLOR ROJO O VERDE. INYECTAMOS UNA DOSIS SUB-LETAL DEL HONGO ROJO QUE MATA AL 20% DE LA POBLACIÓN DE INSECTOS Y 10 DÍAS DESPUÉS INYECTAMOS AL HONGO VERDE EN UNA DOSIS QUE MATA AL 100%. EL MARCAJE PERMITE RASTREARLOS DENTRO Y FUERA DE LOS INSECTOS, Y SABER SI EL HONGO DE LA PRIMERA INFECCIÓN FUE ELIMINADO AL LLEGAR LA SEGUNDA INFECCIÓN. ENCONTRAMOS QUE EL HONGO ROJO FUE ELIMINADO ANTES DE LA INYECCIÓN CON EL HONGO VERDE Y HUBO MAYOR SUPERVIVENCIA EN EL GRUPO EXPERIMENTAL, QUE EN EL GRUPO CONTROL, LO QUE APOYA LA HIPÓTESIS DE LA MEMORIA INMUNITARIA. FOTOS: JUAN CARLOS TORRES Y JORGE CONTRERAS GARDUÑO.

del grupo con memoria inmunitaria que en los grupos control. Actualmente, nuestro grupo investiga la importancia del endociclo en la memoria inmunitaria de vertebrados e invertebrados.

En conclusión, existe evidencia de que la respuesta inmunitaria posee memoria tanto en vertebrados como invertebrados, y tal vez esto se lleve a cabo con una gran variedad de mecanismos moleculares. Sin embargo, no se debe soslayar el alcance de la eficiencia de la memoria inmunitaria sin entender su interacción con sus distintos enemigos, ni sus costos evolutivos. Pensamos que esta investigación muestra cómo el estudio de la ecología, y particularmente, el enfoque ecológico evolutivo, tienen gran impacto en áreas aparentemente distantes como la inmunología, y también dan nuevas pistas para entender por qué son resistentes los insectos plaga contra sus parásitos y patógenos. [Inm](#)



LOS DRONES OFRECEN GRANDES VENTAJAS PARA EL TRABAJO CIENTÍFICO

DADAS LAS APLICACIONES QUE TIENEN LOS DRONES EN LA ACTUALIDAD, ÉSTOS ESTÁN CADA VEZ MÁS PRESENTES EN LA CIENCIA. De su uso inicial, fundamentalmente en la milicia, se ha pasado a emplearlos en actividades cotidianas, entre ellas la investigación. Actualmente, en el Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA), de la UNAM Campus Morelia, se realizan cuatro proyectos de estudio que utilizan esta tecnología.

El término para referirse a los drones aéreos es UAV (Vehículo Aéreo no Tripulado, por sus siglas en inglés) y fusionan lo más avanzado en el campo de la aeronáutica y la robótica.

El doctor Luis Miguel Morales Manilla, académico del CIGA, mencionó que esta tecnología, aparentemente nueva, surgió a finales del siglo XIX, cuando el inventor serbioestadounidense Nicola Tesla diseñó un vehículo no tripulado acuático que podía navegar en base a señales de radio. Esto quiere decir que los drones no solamente son aéreos, sino que también los hay terrestres y acuáticos.

Los usos civiles de esta tecnología se han visto favorecidos porque el diseño de los componentes electrónicos se ha hecho cada vez más pequeño. Los drones poseen una pequeña computadora y un conjunto de sensores de movimiento, similares a los que se usan en los teléfonos celulares inteligentes, con los cuales es posible controlarlos cuando están en movimiento. Adicionalmente, los drones incluyen motores y servomecanismos para realizar sus movimientos, y receptores-emisores de radio para comunicación a distancia.

El doctor Morales señaló que en la actualidad un dron puede ser considerado por algunos como un juguete más, que sólo sirve para captar fotos y video, pero su utilidad en la ciencia se refleja en el análisis de la información captada por un dron.

El beneficio que tienen los drones en la ciencia es inmenso. Por ejemplo, los geógrafos dependen considerablemente de la información sobre del territorio para poder generar mapas y analizar cómo está estructurado

y organizado. La mayor parte de esos mapas se elabora a partir de imágenes satelitales o aéreas, con costos generalmente muy altos cuando se comparan con las obtenidas por un dron. Tan sólo una hora de vuelo en helicóptero para obtención de fotografías aéreas cuesta alrededor de 30 mil pesos, mientras que con esta inversión se puede comprar un dron profesional, que puede ser empleado durante varios años para obtener fotografías aéreas a un costo mínimo.

Uno de los proyectos de investigación en el cual se empezó a utilizar imágenes captadas por un dron fue el monitoreo de erosión en terrenos de la Tenencia de Atécuaro, en Morelia, Michoacán, donde el propósito es obtener modelos tridimensionales del terreno para estudiar el proceso de la pérdida de suelo con gran precisión.

Después, se emplearon drones para la caracterización de deslizamientos de tierra. Recientemente, se tomaron fotografías aéreas que han ayudado a reconstruir la topografía detallada de dos cerros en Guerrero, y en las que se pueden observar varios elementos indicadores de este tipo de peligros tales como grietas de tensión y asentamientos del terreno que indican la posibilidad de futuros movimientos del terreno.

Con esta información, además de los alcances científicos del propio proyecto, se puede establecer un sistema de alerta para la población, en el que manejando un conjunto de variables se puede estimar el nivel de riesgo que existe en alguna zona.

El tercer proyecto de investigación que utiliza esta tecnología es el que está relacionado a la deforestación en áreas de bosque. Con esta información es factible realizar monitoreo e inventarios de las áreas forestales y de su estado de conservación.



FOTOGRAFÍA, TOMADA CON UN DRON, DE UNA ZONA EN MORELIA, VULNERABLE A INUNDACIONES. FOTO: DR. LUIS MIGUEL MORALES MANILLA.

Finalmente, esta tecnología también está siendo usada en estudios de vulnerabilidad en colonias de la ciudad de Morelia, marginadas económica y socialmente, específicamente frente a problemas de inundación durante la época de lluvias.

El doctor Morales resaltó que estos cuatro proyectos de investigación son sólo algunos ejemplos de cómo el uso del dron ha facilitado la adquisición de información científica del territorio, y está promoviendo la interacción de académicos de diferentes disciplinas, ya que se requiere de la integración del conocimiento de aquellos que son capaces de operar un dron y procesar la información derivada, con aquellos especialistas que tienen necesidades específicas de información. [bim.com](http://www.bim.com)

SIMETRÍAS DE POLÍGONOS, POLIEDROS Y OTRAS POLICOSAS

Por: Antonio Montero, estudiante de Doctorado en el Posgrado Conjunto en Ciencias Matemáticas, UNAM-UMSNH.

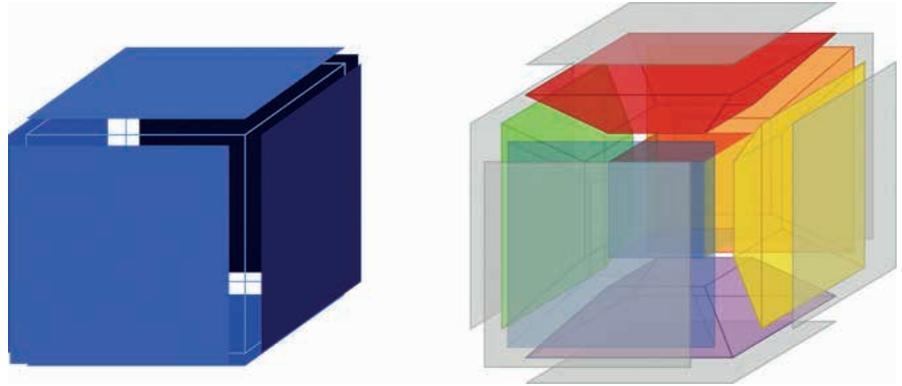
EL CONOCIMIENTO, LA BELLEZA Y EL ARTE SIEMPRE HAN IDO DE LA MANO EN EL DESARROLLO DE LA HUMANIDAD. Las matemáticas no se escapan de esta relación y sin duda alguna el estudio de las simetrías de objetos matemáticos es un ejemplo de este vínculo.

Antes de hablar de objetos simétricos, es natural preguntarse ¿qué es una simetría? Para nuestros fines es suficiente quedarse con la idea intuitiva. Si conectamos dos puntos medios de dos lados opuestos de un cuadrado obtenemos un eje de simetría del cuadrado. Con un lenguaje un poco más maduro podemos decir que esta línea es un eje de reflexión del cuadrado, pues si reflejamos

cada punto del mismo respecto a este eje, la forma y posición del cuadrado se preservan. No es difícil darse cuenta que la línea que une dos esquinas opuestas de un cuadrado es también un eje de reflexión del mismo. Por otro lado, si clavamos una tachuela en el centro del cuadrado y damos un cuarto de vuelta al cuadrado alrededor de la tachuela no se altera ni la forma ni la posición del cuadrado. Este nuevo movimiento da origen a un nuevo tipo de simetría: rotación alrededor de un punto.

Los polígonos regulares son bien conocidos por todos nosotros desde muy temprana edad y no son muy difíciles de entender, todos ellos se construyen pegando segmentos de línea recta, todos iguales, por sus extremos hasta cerrar el polígono. Si uno quisiera incrementar la dificultad al problema, uno podría preguntarse ¿qué objetos puedo obtener si comienzo a pegar polígonos, todos iguales, por sus lados de tal forma que el objeto resultante cierre en un sólido? Por ejemplo, si comienzo a pegar cuadrados puedo obtener un cubo (ver Figura). Estos objetos tridimensionales reciben el nombre de poliedros y dentro de ellos de particular estudio han sido los poliedros regulares, es decir, aquellos que tienen mayor cantidad de simetría. Resulta que estos objetos son cinco y son conocidos como los sólidos platónicos. Mucho del estudio de los sólidos platónicos se le atribuye a los griegos, sin embargo, es de mencionar que algunos de ellos se conocían incluso mil años antes de que la escuela griega los estudiara.

Tuvieron que pasar más de mil quinientos años para que la comunidad matemática se interesara de manera seria en objetos similares a los poliedros regulares. En el siglo XIX Ludwig Schläfli, un matemático suizo, clasificó los politopos regulares en dimensión 4 y superiores. Estos objetos son generalizaciones en dimensiones superiores de los polígonos bidimensionales y los poliedros tridimensionales y a pesar de que son difíciles de visualizar, se pueden construir de la misma manera a como se construyeron los poliedros a partir de los polígonos: tomar algunos politopos de una dimensión menor y pegarlos



POLIEDROS DESDE POLÍGONOS Y POLITOPOS DESDE POLIEDROS. IMÁGEN: CORTESÍA ANTONIO MONTERO.

a través de sus bordes (ver Figura). Así, los politopos regulares de dimensión cuatro se construyen tomando muchas copias de alguno de los sólidos platónicos y pegándolos a través de los polígonos. Schläfli encontró que en dimensión cuatro existen seis politopos regulares, mientras que en dimensión cinco o superior existen únicamente tres politopos regulares.

La teoría de politopos regulares había sufrido un ligero declive cuando Donald Coxeter, uno de los más grandes geómetras del siglo pasado, le dio una nueva perspectiva. Sus contribuciones a la teoría son demasiado numerosas para enunciarlas aquí, pero es importante mencionar que sus primeras aportaciones vinieron cuando era apenas un estudiante, alrededor de 1920, luego de descubrir objetos con simetría similar a aquella de los sólidos platónicos pero con la peculiaridad de ser infinitos y desplegarse por todo el espacio.

El trabajo de Coxeter inspiró a muchos matemáticos a estudiar estructuras con características similares a los politopos regulares. En particular, en la década de los años 80, Danzer y Schulte introducen la idea de politopo abstracto. Estos objetos comparten muchas propiedades con los politopos y engloban a muchas otras estructuras de características similares. Los politopos abstractos tienen además la característica de ser objetos meramente combinatorios, es decir, un politopo abstracto podría en principio, no tener una interpretación geométrica natural.

Con la introducción de los politopos abstractos la teoría de politopos altamente simétricos, como los regulares, está probablemente más viva que nunca. Muchas preguntas resueltas para los politopos clásicos no tienen respuesta aún en el contexto de los politopos abstractos y es alrededor de estas preguntas en donde gira mi investigación. En particular, estoy interesado en preguntas de extensión de politopos abstractos: dado un politopo abstracto K de dimensión d ¿cuándo puedo construir un politopo P de dimensión $d+1$ pegando muchas copias de K ? Si fijamos para K ciertas propiedades de simetría ¿qué propiedades de simetría podemos tener para P ?

INAUGURA LA UNAM EL SERVICIO ARQUEOMAGNÉTICO NACIONAL

La UNAM inauguró el Servicio Arqueomagnético Nacional (SAN) especializado en datación de material arqueológico a partir de la investigación del campo magnético de la Tierra en correlación con el de los materiales de interés. El arqueomagnetismo pasa, de esta manera, a ser una técnica con el potencial de contribuir significativamente a un mejor entendimiento y rescate de nuestra herencia cultural e histórica.

El laboratorio está equipado con magnetómetros, cuartos blindados y desmagnetizadores térmicos de última generación que permiten obtener información de materiales sometidos a un calentamiento de alta temperatura, como arcillas cocidas (ladrillos, tejas, adobes, cerámicas) y sedimentos quemados in situ en hogares, termas, tumbas de incineración y otras estructuras de combustión.

En la actualidad, lo anterior cobra relevancia por la expansión de construcciones nuevas que, al ser erigidas, pueden implicar la destrucción de estructuras arqueológicas en áreas urbanas y ocasionar la pérdida de conocimiento sobre nuestro pasado.



LOS DOCTORES ARTURO IGLESIAS Y AVTO GOGICHAISHVILI EN LA INAUGURACIÓN DEL SAN. FOTO: ROLANDO PRADO.

El SAN es fruto de la colaboración de la Unidad del Instituto de Geofísica (IGF) de esta casa de estudios en el campus Morelia, el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), El Colegio de Michoacán y las universidades Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y de Guadalajara.

Dado el alto costo de los equipos instalados (más de 10 millones de pesos) fue necesario el financiamiento conjunto del CONACYT, a través de proyectos de infraestructura y fondos recurrentes de la Coordinación de la Investigación Científica (CIC) de la Universidad Nacional y el IGF.

Arturo Iglesias, director del IGF, destacó la importancia del estudio del campo magnético terrestre, pues aporta información no sólo presente en las rocas, sino en materiales que, al verse sujetos a ciertas temperaturas, pierden sus propiedades preexistentes y adquieren la firma del campo magnético justo en el momento de enfriarse. Ello permite estudiar la signatura grabada en cerámicas, estucos o ladrillos, entre otros elementos.

Avto Gogichaishvili, uno de los responsables del SAN, habló de los antecedentes de esta

iniciativa, que se remontan a 2007, cuando un grupo del Instituto de Geofísica se trasladó al Campus Morelia de la UNAM con el propósito de crear un equipo especializado en la recolección y medición de muestras y vestigios provenientes de sitios próximos a ser destruidos o inaccesibles, como resultado del desarrollo económico.

Desde entonces han crecido en recursos humanos y materiales, establecido vínculos con las instancias académicas y gubernamentales a las que presta sus servicios, y contribuido a la formación de recursos humanos de licenciatura y posgrado. [humm](#)

INAUGURAN LA UNIDAD DE REPRESENTACIONES CULTURALES Y SOCIALES

Con el fin de contribuir al avance del conocimiento en las Humanidades y las Ciencias Sociales, así como cooperar con el desarrollo de la sociedad mexicana, se inauguró la Unidad de Investigaciones sobre Representaciones Culturales y Sociales (UDIR) en las instalaciones de la Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES), Unidad Morelia.

El evento contó con la presencia del coordinador de Humanidades, Alberto Vital Díaz y la coordinadora de la Unidad, María Ana Beatriz Maserá Cerutti, entre otras autoridades de la Universidad Nacional. Además, compartieron unas palabras Diana Tamara Martínez Ruíz, directora de la ENES, Unidad Morelia y Daniel Juan Pineda, presidente del Consejo de Dirección de la UNAM Campus Morelia.

La UDIR busca fomentar, a través de perspectivas y enfoques multi e interdisciplinarios, el estudio de la sociedad en sus diversas manifestaciones culturales, institucionales, económicas, políticas y sociales con el fin de comprender las maneras en que esos fenómenos son entendidos, asumidos y vividos.

El 31 de agosto de 2015 se creó la UDIR con el propósito de brindar un apoyo eficaz y oportuno a las actividades sustantivas de la Universidad en el campo de las Humanidades y las Ciencias Sociales.

El trabajo de la Unidad se divide en cuatro áreas: investigación, docencia, difusión y vinculación. Dentro del desarrollo de las actividades de investigación existen actualmente diferentes líneas que fomentan el conocimiento científico

en temas de Humanidades y Ciencias Sociales. Las líneas son Historia Intelectual; Patrimonio y Archivo; Cultura, Identidad e Interculturalidad; Estudios Territoriales y Gestión Local; y Procesos migratorios.

El equipo actual de la UDIR cuenta con un grupo de cinco investigadores formados en diferentes áreas de Humanidades y Ciencias Sociales. Además, posee un área de difusión, una biblioteca y oficina de cómputos.

Desde el inicio de sus actividades la Unidad realiza el seminario "Identidad, Cultura y Sociedad", se trata de un encuentro quincenal donde humanistas y científicos sociales se reúnen para comunicar, discutir, debatir e intercambiar experiencias de investigación sobre temas contemporáneos de interés cultural y social. [humm](#)

EL OBSERVATORIO ATMOSFÉRICO MORELIA (OAM) SE UNIÓ RECIENTEMENTE A LA RED UNIVERSITARIA DE OBSERVATORIOS ATMOSFÉRICOS (RUOA) DE LA UNAM.

El Observatorio Atmosférico Morelia (OAM), ubicado en la Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES), Unidad Morelia, inició sus operaciones en 2015 y actualmente forma parte de la Red Universitaria de Observatorios Atmosféricos de la UNAM (RUOA).

Esta red es un proyecto de la UNAM, coordinado por el Centro de Ciencias de la Atmósfera, cuyos objetivos generales son promover la investigación y docencia en las ciencias de la atmósfera y del ambiente, y generar información atmosférica relevante y confiable para la planeación en materia de contaminación atmosférica, cambio climático y recursos hídricos, entre otros, en México. El proyecto de la RUOA cuenta con la participación de va-

rias dependencias de la UNAM, así como del gobierno federal, tales como el Servicio Meteorológico Nacional y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.

El OAM, como los demás observatorios de la RUOA, registra datos en tiempo real, los cuales son almacenados en bases de datos con valores promedio o acumulados en periodos de un minuto, cinco minutos y una hora.

El equipamiento de los observatorios del RUOA varía según los intereses de investigación y docencia que se tienen en los sitios donde se ubican. Por ejemplo, el Observatorio del Centro de Ciencias de la Atmósfera, además de contar con el equipo que tiene el OAM, cuenta con instrumentos para registrar el per-

fil de aerosoles, campos eléctricos y columna vertical de gases. El OAM está montado en una plataforma computacional que tiene un amplio potencial de crecimiento y a la cual se puede conectar equipo adicional para monitoreo de parámetros ambientales de interés.

Actualmente la RUOA está constituida por nueve observatorios distribuidos en el interior del país, de los cuales el OAM es uno de los más recientes. El proyecto del OAM surgió gracias a la íntima colaboración entre el Centro de Ciencias de la Atmósfera con la Dirección y la Secretaría de Investigación y Posgrado de la ENES, Unidad Morelia, con la intención de impulsar los objetivos esenciales de la RUOA en Michoacán. 

DIVULGARON MATEMÁTICAS EN PLAZA PÚBLICA

Con una asistencia aproximada de cuatro mil personas, el Centro de Ciencias Matemáticas realizó la Feria Matemática de Morelia 2016.

Gasde Hunedy y Daniel Pellicer, responsables de la Unidad de Divulgación y Vinculación de este Centro, explicaron que en la cuarta feria se presentaron 15 actividades diferentes como el juego de la "Lotería Matemática de sombras", donde los niños aprendieron de forma divertida a reconocer objetos matemáticos a partir de su sombra. En "Club de Mate" y "Canguro matemático" los niños y adolescentes se enfrentaron con desafiantes acertijos que pusieron a prueba su ingenio y desarrollaron su pensamiento matemático.

En el taller "Mosaicos en Desorden" mostraron las matemáticas detrás de las sorprendentes maneras de cubrir el plano con distintas figuras geométricas.

En "Matemagia" el público presenció una pequeña intervención teatral donde se descubrieron fascinantes trucos de magia con cartas que involucran a las matemáticas de manera secreta, mientras que en "Burbujas de jabón", chicos y grandes pudieron observar la ciencia que hay detrás de las burbujas de jabón y se deleitaron con formas inesperadas.

La actividad "Nudos" abordó de manera divertida el concepto de nudo matemático y cómo desanudarlo. En "Matemáticas sin ver" la gente se enfrentó al reto de aprender matemáticas sin utilizar la vista. En el taller "Gato 3D y Cubiloco" la destreza e ingenio de los participantes fueron desafiadas, llevando a otras dimensiones el tradicional juego del gato del cuaderno. Por su parte, "Expo Mates" es un taller donde se conocieron las propiedades de artefactos que se utilizaron para medir, confundir o convencer a las personas de ciertas propiedades físicas. Finalmente, en las "Torres de Hanói", los asistentes pusieron a prueba su lógica matemática y trataron de descubrir en qué momento la Tierra que conocemos desaparecerá.

En esta edición la Feria Matemática se contó con cuatro nuevas actividades. "Laberinto Matemático" una actividad donde los participantes se enfrentaron a un laberinto fuera de lo común, donde las vueltas a la izquierda están prohibidas. En "Casino Matemático" se entendieron cómo funcionan algunos juegos en estos establecimientos y nos ayudó a tomar mejores decisiones. En el taller de "Matemáticas sangrientas" el estado invitado, Oaxaca, nos impactó con las matemáticas

que corren por nuestras venas, mientras que en "Museo Matemático" artistas como Van Gogh, Dalí, Holbein, Escher, Durero y Pollock nos deleitaron con sus obras y las matemáticas que permean en ellas.

En esta ocasión el Instituto de Radioastronomía y Astrofísica de la UNAM (IRYA) presentó el "Planetario móvil", en donde los asistentes pudieron disfrutar de proyecciones del universo. Además, los pequeños aprendieron de las matemáticas que encierra el sistema solar con la "Pesca planetaria".

La idea central de este evento fue llevar la labor científica, en este caso las matemáticas, a un espacio público para acercarla a un mayor número de personas de manera que vean esta ciencia de una manera amena y distinta a la convencional. La Feria busca formar parte de la oferta cultural y recreativa de la ciudad de Morelia y ampliar la visión acerca del quehacer científico en personas de todas las edades.

Los integrantes del equipo organizador consideraron que este tipo de eventos son necesarios para complementar la formación de los estudiantes y para que éstos puedan acercarse a las matemáticas de forma accesible y desde distintos puntos de vista. 

CINE

La Gira del Festival Internacional de Cine de la UNAM, FICUNAM 2016, se proyectará la semana del 15 al 19 de agosto, en el Auditorio de la Coordinación Administrativa de la UNAM Campus Morelia. La entrada es gratuita.

Consulta la cartelera en: www.csam.unam.mx/vinculación/

EVENTOS DE DIVULGACIÓN

PLÁTICAS DE DIVULGACIÓN SOBRE ASTRONOMÍA

En el marco de la V Reunión de Estudiantes de Astronomía. Del 3 al 5 de agosto a las 19:00 horas, en el Centro Cultural de la UNAM.

Más información en: <http://www.iryia.unam.mx>



¿ES CIERTO...

... que las computadoras son más inteligentes que los seres humanos?

Se podría responder ingenuamente a esta pregunta con una negativa, argumentando, entre otras cosas, que son las personas quienes programan las computadoras para que éstas realicen ciertas tareas, mientras que las computadoras no pueden hacer algo original. En 1950

Alan Turing publicó un célebre artículo explorando la (entonces nueva) pregunta...

Para saber más de esto visita la sección ¿Es cierto...? en la página: www.csam.unam.mx/vinculación

¿Es cierto...

Fundación e Imperio

RESEÑA DE PEDRO CORONA ROMERO

A principios del siglo III de nuestra era, el Imperio Romano ocupaba buena parte del mundo conocido (Europa, Asia menor y el norte de África) y concentraba gran parte de los saberes de la antigüedad. Sin embargo, este siglo marcó el inicio de un largo periodo de decadencia, que culminó con la fragmentación y desaparición del imperio. La crisis del siglo III, como algunos le llaman, se caracterizó por incertidumbre económica, dificultad en la distribución de productos, presiones políticas internas, devaluación extrema de la moneda, colapso de las redes comerciales, entre otros.

La decadencia del Imperio Romano se prolongó cinco siglos y sirvió de transición a la edad media. Múltiples áreas del saber desaparecieron junto con el Imperio Romano, otras quedaron latentes y muchas tuvieron que migrar lejos de las otrora fronteras imperiales. Pasaron casi diez siglos para que, en el Renacimiento (siglos XV y XVI), se retomaran y renovaran las ciencias, las artes, la política y economía en las regiones feudales.

Ahora, imaginemos un imperio similar al Romano en su época de esplendor. Pero a diferencia del Imperio Romano, nuestro imperio se ubicaría en una época futura tal, que el humano ha abandonado la Tierra y ha colonizado toda la Vía Láctea. El Imperio Galáctico ha dominado cada planeta habitable de la galaxia por milenios. Este tiempo ha permitido acumular y desarrollar conocimientos inimaginables. Sin embargo, la estructura y sociedad imperiales muestran señales claras de decadencia.

En este contexto, Hari Seldon, un matemático extraordinario, ha podido desarrollar la ciencia de la psicohistoria. Esta ciencia es capaz de pronosticar el devenir de civilizaciones, mediante la fusión de las matemáticas, psicología, sociología e historia. La psicohistoria permite a Seldon estimar que la decadencia del imperio durará tan solo 500 años; después de los cuales, éste colapsará y vendrán 30,000 años

de barbarie. Periodo oscuro, donde se perderán muchos de los conocimientos acumulados durante el esplendor del imperio.

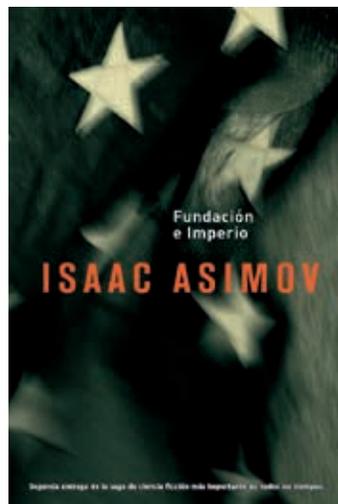
Para evitar la extinción del saber galáctico, Seldon crea dos colonias en extremos opuestos de la Galaxia. Fuera del alcance del moribundo imperio. El objetivo de las colonias, o "Fundaciones", es el de concentrar el conocimiento y las artes disponibles por toda la galaxia. Pero, detrás de este noble plan para preservar la cultura y el saber galáctico, en realidad se oculta un esquema preciso, calculado a través del enorme poder

de la psicohistoria. ¿En qué consiste este esquema? ¿Cuál es su objetivo?

El libro de "Fundación e Imperio" (1952), es la segunda parte de una serie de tres libros. En esta segunda entrega, Isaac Asimov nos narra los acontecimientos ocurridos durante el tercer siglo de existencia de una de las dos Fundaciones, aquella ubicada en el inhospitalario planeta Términus. A lo largo de este periodo, la Funda-

ción enfrenta a dos enemigos. El primero se trata de un antiguo aliado, que se torna en poderoso adversario, cuyo poder militar es abrumador. Mientras que el segundo, es una condición tan improbable, que posiblemente no esté considerada en el esquema Seldon. Sin embargo, para desgracia de la Fundación, poco probable no significa imposible.

Isaac Asimov es uno de los más reconocidos escritores de ciencia ficción. En particular, la trilogía de la Fundación es considerada como una de las mejores series de todos los tiempos. Sin lugar a dudas, la lectura de este libro nos permitirá entender un pasado remoto, por medio de llevarnos a través de un futuro lejano. Puesto que, a partir de las adversidades que comprometen la existencia y desarrollo de las Fundaciones, nosotros podremos entender el origen, y encontrar inspiración para resolver, los problemas que aquejan nuestra sociedad. [bum](http://www.bum)



FUNDACIÓN E IMPERIO. ISAAC ASIMOV LA FACTORÍA DE IDEAS. ESPAÑA. 2007.