



bum

Boletín de la UNAM
Campus Morelia
No. 52 · Nov./Dic. 2014

ARTÍCULO

LAS MATEMÁTICAS Y LA MÚSICA

Dr. Michael Hrusak
y Dr. José Ferrán Valdez Lorenzo
Centro de Ciencias Matemáticas



El presente texto está basado en la ponencia que los autores impartieron durante la conferencia “Visiones Sonoras” en Octubre de 2013. Trataremos de explicar dos puntos en común que tienen las matemáticas y la música: la naturaleza de los números y la autorreferencia.

SOBRE LAS ESCALAS

Las leyendas dicen, que las matemáticas fueron descubiertas por el antiguo pensador griego *Pitágoras de Samos* (ca. 570 a. C. - ca. 495 a. C.). La hermandad Pitagórica, una sociedad secreta entorno a Pitágoras, estaba conformada por un grupo de intelectuales que se llamaban a sí mismos matemáticos. La geometría era uno de sus

intereses principales (de ahí el famoso *teorema de Pitágoras*), sin embargo también se le atribuye a Pitágoras el descubrimiento de las leyes de los intervalos musicales regulares, en otras palabras, las propiedades aritméticas de la escala musical.

La base de la representación numérica de la escala de las *octavas* son los números 1, 2, 4, 8, 16, 32, ... es decir las potencias de 2. Cada octava está dividida en 12 *intervalos* y a la proporción entre dos elementos consecutivos le corresponde lo que hoy en día llamamos un *tono*. La *escala pitagórica* está construida de manera geométrica de tal modo que los intervalos (por ejemplo las barras en la guitarra) estén en las distancias

CONTENIDO

ARTÍCULO	
<i>LAS MATEMÁTICAS Y LA MÚSICA</i>	1
GRAN ANGULAR	
<i>GALARDONAN AL DOCTOR PABLO JARAMILLO LÓPEZ</i>	4
ESTUDIANTES	
<i>UNO, DOS... ¡MUCHOS!</i>	5
BREVES DEL CAMPUS	6
PARA CONOCER MÁS	8
LIBROS	
<i>URBANIZACIÓN, SOCIEDAD Y AMBIENTE:</i>	
<i>EXPERIENCIAS EN CIUDADES MEDIAS</i>	8

$$1 < 3^7/2^{11} < 3^2/2^3 < 3^9/2^{14} < 3^4/2^6 < 3^{11}/2^{17} < 3^6/2^9 < 3/2 < \\ < 3^8/2^{12} < 3^3/2^4 < 3^{10}/2^{15} < 3^5/2^7 < 2.$$

La desventaja de esta escala es que la proporción entre cualesquiera dos notas consecutivas no es constante (es o bien $37/211$ o bien $28/35$), lo cual causa problemas de *transposición*. Esto se debe al *dogma* de la filosofía pitagórica que dice que *todos los números son números racionales*, es decir corresponden a las fracciones entre números naturales. Para entender el problema de la transposición sugerimos al lector tratar de calcular cuántas veces cabe el diámetro de una rueda alrededor de ésta.

La solución al problema tuvo que esperar unos dos mil años. Para resolverlo se inventó la *escala cromática o temperada*. La idea es la misma: se fija una octava de partida, a los extremos de la octava se le asocian los números 1 y 2. El resto de las notas de la escala cromática están dados por:

$$1 < a < a^2 < a^3 < a^4 < a^5 < a^6 < a^7 < a^8 < a^9 < a^{10} < a^{11} < 2$$

donde a es la duodécima raíz de 2. En esta escala, la proporción entre cualesquiera dos notas es la misma: la duodécima raíz de 2, número que no puede escribirse como una fracción. Los números que no pueden expresarse como fracciones se llaman *irracionales*, a diferencia de los números *racionales*, que sí pueden expresarse como fracciones. Resulta que introducir números irracionales a la escala musical, aunque parece un detalle insignificante, resuelve los problemas que veíamos en la escala pitagórica. Un lector motivado podrá constatar con algo de esfuerzo que los números irracionales también resuelven el problema de calcular cuántas veces cabe el diámetro de una rueda alrededor de ésta.

MÁS ALLÁ DE LAS ESCALAS: LA AUTORREFERENCIA

Regresemos a la antigua Grecia para entender a qué nos referimos cuando hablamos de *autorreferencia*. Se le atribuye a *Epiménides de Creta* (siglo VII o VIII a. C.) el haber afirmado que *todos los cretenses son unos mentirosos*. Este enunciado es conocido (en varias de sus formas) como *la paradoja del mentiroso*. Una versión más concisa es: *esta afirmación es falsa*. Usamos la palabra *paradoja* por una simple razón: si el enunciado es verdadero, entonces todo lo que afirma dicho enunciado es verdadero. Pero el enunciado afirma que el mismo es falso, y

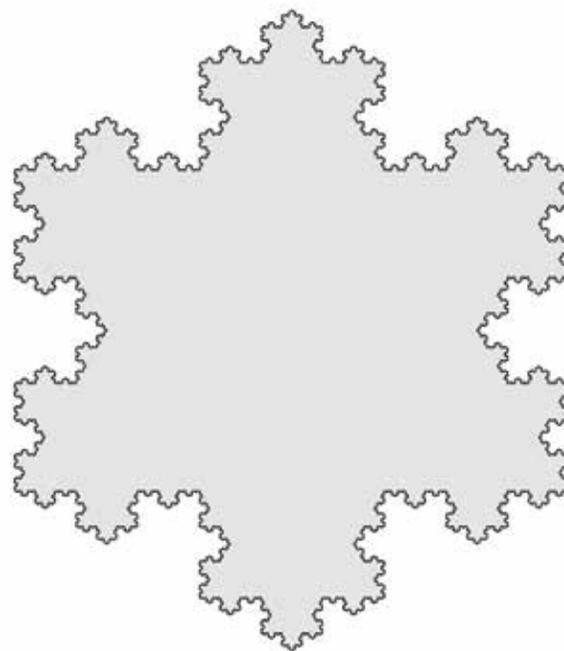


Figura 1. La curva de Koch. Fuente: Sitio web de Wikimedia Commons.

esto contradice nuestra suposición original de que es verdadero. Por lo tanto, lo que afirma debe ser falso. Pero esto significa que es falso que el mismo sea falso, lo cual vuelve a contradecir nuestra suposición anterior. Para darnos cuenta en dónde yace la paradoja basta con fijarnos en que el enunciado hace referencia a sí mismo. Éste es el fenómeno de autorreferencia. Una versión más moderna de la paradoja se le atribuye a *Bertrand Russell* y se le conoce como la *paradoja del barbero*: en un pueblo con un solo barbero hombre, todos los hombres están bien rasurados. El barbero es quien rasura exactamente a todos los hombres que no se rasuran solos. Pero, *¿quién rasura al barbero?*

Veamos ahora cómo encontramos la autorreferencia en la música. El gran promotor de la escala cromática fue el gran compositor alemán *Johann Sebastian Bach* (1685-1750). Dos características claves de la música de Bach son el cambio de escalas y la autorreferencia. La escala pitagórica resulta impráctica para implementar estas dos características en una composición musical, pero por otro lado la cromática sí

DIRECTORIO



Universidad Nacional
Autónoma de México

UNAM

RECTOR

DR. JOSÉ NARRO ROBLES

SECRETARIO GENERAL

DR. EDUARDO BÁRZANA GARCÍA

SECRETARIO ADMINISTRATIVO

LIC. ENRIQUE DEL VAL BLANCO

ABOGADO GENERAL

LIC. LUIS RAÚL GONZÁLEZ PÉREZ

COORDINADOR DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

DR. CARLOS ARÁMBURO DE LA HOZ

CAMPUS MORELIA

CONSEJO DE DIRECCIÓN

DR. GERARDO BOCCO VERDINELLI
DR. ALEJANDRO CASAS FERNÁNDEZ
DR. AVTO GOGICHAISHVILI
DR. DANIEL JUAN PINEDA
DRA. ESTELA SUSANA LIZANO SOBERÓN
DR. ALBERTO KEN OYAMA NAKAGAWA

COORDINADOR DE SERVICIOS ADMINISTRATIVOS

ING. JOSÉ LUIS ACEVEDO SALAZAR

JEFE UNIDAD DE VINCULACIÓN

F. M. RUBÉN LARIOS GONZÁLEZ

CONSEJO EDITORIAL

DRA. BERTHA OLIVA AGUILAR REYES
DRA. YESENIA ARREDONDO LEÓN
LIC. GUADALUPE CÁZARES OSEGUERA
M. EN C. ANA CLAUDIA NEPOTE GONZÁLEZ
DR. DANIEL PELLICER COVARRUBIAS
M. EN C. LEONOR SOLÍS ROJAS
DR. DANIEL TAFOYA MARTÍNEZ

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: vinculacion@csam.unam.mx

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

lo permite y de ahí su utilidad. La música cromática y autorreferente de Bach se presenta en su forma más pura y simple en *los cánones*. Éstas son composiciones musicales basadas en repetición o imitación de dos o más voces, donde la primera voz propone una melodía y es seguida, a distancia de ciertos compases, por sucesivas voces que la repiten con un motivo ligeramente alterado. Un ejemplo fascinante es el llamado *Canon del Cangrejo*¹ donde además de autorreferencia y música tenemos geometría. Las formas geométricas correspondientes a los cánones son los *fractales*. Estas son figuras en las cuales cada parte es semejante a la totalidad, es decir, son autorreferentes. Un ejemplo es la *Curva de Koch* (figura 1).

Una propiedad peculiar de la curva de Koch es que delimita un área finita, pero con frontera infinita². La cosa se pone más interesante, cuando un elemento de cambio se incorpora a la idea del fractal (o de manera correspondiente al canon). Un ejemplo sería el famoso *conjunto de Mandelbrot* (figura 2).

La idea musical correspondiente es un *canon en espiral*, esto es, un canon en el que en cada vuelta la segunda voz ha cambiado tonalidad. El más famoso de tales cánones es el *Canon per tonos* de *Johann Sebastian Bach*, presente en su *Ofrenda Musical*.

Así como las piezas musicales están compuestas de 12 tonos como sus elementos más pequeños, así también las matemáticas tienen sus piezas fundamentales y a éstas se les llaman *axiomas*.

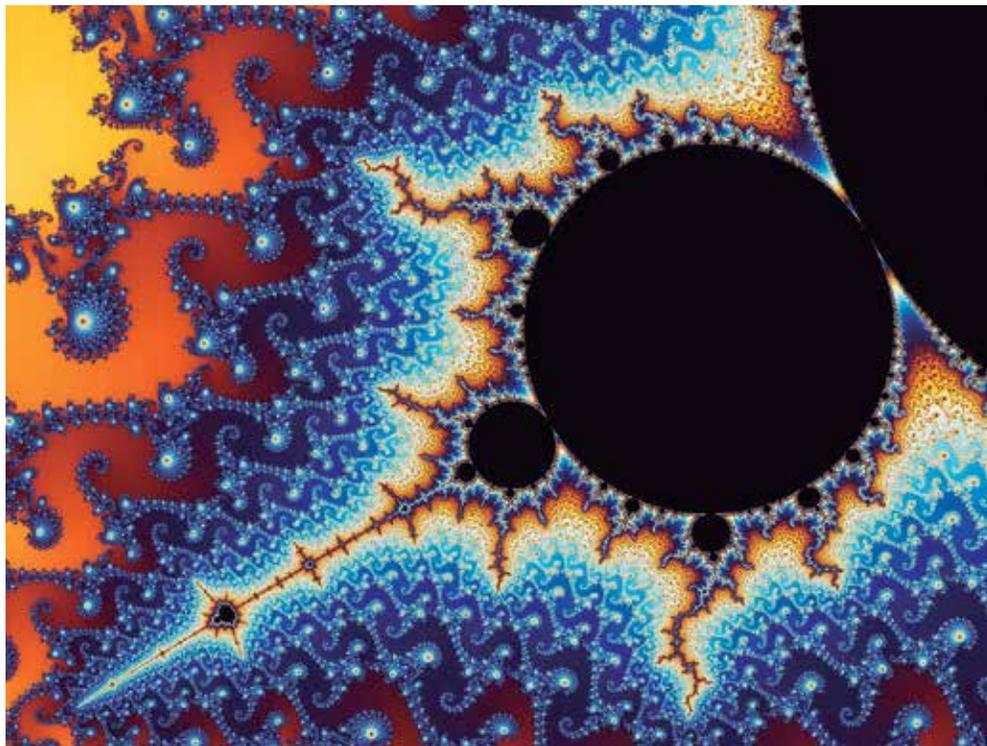


Figura 2. Detalle del Conjunto de Mandelbrot. Fuente: Sitio web de Wikimedia Commons.

Son las afirmaciones más elementales y básicas, que no requieren ni permiten prueba o demostración. Un ejemplo de axioma es el siguiente: *por cualesquiera dos puntos distintos en el plano pasa una única línea recta*. A partir de piezas fundamentales, tanto la música como las matemáticas logran elaboradas obras intelectuales: por un lado composiciones como la *Ofrenda Musical* de *Bach*, por otro resultados fundamentales como el *Teorema de incompletud* de *Gödel*³. Sin embargo, como hemos querido ilustrar en este artículo, ambos quehaceres comparten bajo la superficie un aspecto innegable: el uso de la autoreferencia como medio para lograr resultados extraordinarios. **bum**

¹ Ver <https://www.youtube.com/watch?v=36ykl2tJwZM>

² Problemas de este tipo surgen en la vida real en mediciones de las costas marítimas. Si uno mide la costa de Gran Bretaña a pasos fijos, sería deseable, que conforme hacemos los pasos más y más pequeños, los resultados de las mediciones se estabilicen (o al menos converjan), parece que esto no pasa, básicamente porque las costas marítimas tienen carácter fractal.

³ Para el lector que quiera saber más sobre este teorema, y la relación entre las matemáticas y la música, recomendamos el libro *Gödel, Esher, Bach: La eterna trenza dorada* de *Douglas. R. Hofstadter*.



GALARDONAN AL DOCTOR PABLO JARAMILLO LÓPEZ

EL DOCTOR PABLO JARAMILLO LÓPEZ, INVESTIGADOR DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES EN ECOSISTEMAS (CIECO), fue galardonado con el premio internacional “2014 Pollinator Advocate Award for Mexico” otorgado por la organización Pollinator Partnership de los Estados Unidos de América.

Este premio reconoce acciones enfocadas a la protección, conservación y/o restauración de hábitats donde viven polinizadores. El proyecto de investigación por el cual Jaramillo López recibió esta distinción fue desarrollado cuando él era becario postdoctoral en el Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA).

Dicho proyecto fue resultado de una sinérgica colaboración con los investigadores, la doctora Isabel Ramírez (CIGA) y el doctor Diego Pérez-Salicrup (CIECO) así como con la maestra en ciencias Guadalupe del Río Pesado y del señor Anastasio Sarmiento Sánchez de la organización Alternare, Asociación Civil, quienes han trabajado a favor de la conservación de los bosques de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, así como del bienestar de sus habitantes, desde hace más de 17 años.

El doctor Jaramillo junto con el equipo de Alternare Asociación Civil y las comunidades indígenas que habitan dentro de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, desarrollaron un proyecto que consistió en aplicar abonos orgánicos en sitios con suelos deteriorados donde se iba a realizar un programa de reforestación comunitaria. Mediante este proyecto se logró que los esfuerzos de reforestación comunitaria tengan mejores resultados ya que el abono orgánico incrementa la sobrevivencia de las plántulas de árboles y mejora su crecimiento.

Jaramillo López explicó que al promover que sitios con suelos deteriorados se reconviertan a bosques mediante la aplicación de un abono orgánico y una reforestación participativa, se reduce la presión sobre los recursos forestales de los bosques donde invernan las mariposas monarca cada año. De esa manera, los habitantes de las comunidades indígenas que viven dentro de la Reserva pueden acceder a recursos forestales maderables que estén más cerca de sus casas. Inclusive pueden utilizar parte de esta madera como leña para la preparación de sus alimentos.

El investigador también mencionó que los proyectos de reforestación masiva liderados por agencias gubernamentales no incluyen fases de seguimiento ni monitoreo de las plantaciones.

“Es muy común ver tasas de sobrevivencia muy bajas debido a que los árboles se plantan a destiempo, no se selecciona adecuadamente los sitios a reforestar, se utilizan plántulas que no están lo suficientemente maduras para salir a campo y se planta casi al final de la temporada de lluvias. Es importante mencionar que a través de este proyecto, se ha logrado que las comunidades indígenas participantes se comprometan con todas las etapas del proyecto. Esto va desde la planificación de la reforestación hasta la plantación de los árboles”.

Agregó que una de las estrategias lideradas por Alternare Asociación Civil, y que ha dado muy buen resultado, es promover el establecimiento de viveros locales.

“Una gran parte de estos viveros han sido establecidos en las escuelas locales donde han sido los niños y los maestros quienes



EL DR. PABLO JARAMILLO EN LA CEREMONIA DE PREMIACIÓN. FOTO: CORTESÍA PABLO JARAMILLO LÓPEZ.

cuiden los arbolitos. Al ver los arbolitos crecer, la gente se siente de alguna manera comprometida con que los arbolitos sobrevivan después de ser trasplantados. Esta estrategia ha funcionado porque en el momento de realizar las plantaciones, los padres de familia que participan en el proyecto saben que los árboles que están plantando son los que sus hijos han cuidado”.

Adicionalmente, mencionó, el proyecto también incluyó un componente de regeneración natural en los bosques de Oyamel (*Abies religiosa*) adónde llegan las mariposas monarca.

“Concretamente se observó que la sobrevivencia de árboles de oyamel fue muy baja, en contraste con la sobrevivencia de las plántulas que se regeneran naturalmente. Por ello, se ha buscado que en lugar de promover reforestaciones con *Abies religiosa*, mejor se permita a las comunidades cuidar y darle seguimiento a la regeneración natural”.

Gracias a estas acciones de reforestación comunitaria, dijo que se promueve la restauración de los bosques en la región de la mariposa monarca, promoviendo su conservación y la conservación de este importante fenómeno migratorio de esta icónica especie de polinizadores. Un indicador del éxito del proyecto ha sido el compromiso que se ha generado con las comunidades indígenas participantes. Ahora, ellos conocen cómo se determinan las tasas de sobrevivencia y saben cómo estimar el desarrollo de los árboles. De esta forma se ha establecido una red de monitoreo comunitario que va generando buenos resultados. **Hum**

UNO, DOS, ... ¡MUCHOS!

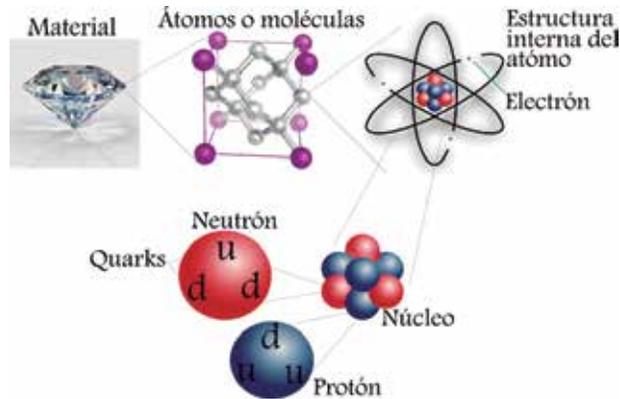
Por: Abdul Mauricio Reyes Usuga, estudiante de maestría en el Posgrado en Ciencias en Ingeniería Física de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Unidad Académica del Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM.

COMO ESTUDIANTE DE MAESTRÍA EN CIENCIA DE MATERIALES, HE TENIDO LA OPORTUNIDAD DE DESARROLLAR MI TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN UN CAMPO QUE HA GANADO TERRENO EN LAS ÚLTIMAS TRES O CUATRO DÉCADAS: LA FÍSICA COMPUTACIONAL. Como físico de formación, tuve la oportunidad de conocer e identificar las dos áreas fundamentales en las que tradicionalmente se desarrollan los trabajos de investigación: la física teórica y la física experimental. Los físicos teóricos se dedican a proponer teorías y modelos para describir fenómenos y, quizás, poder hacer alguna predicción, por ejemplo sobre el comportamiento de la materia, intentando resolver los problemas de forma

exacta a partir de varias herramientas matemáticas. Podríamos pensar que lo único que un físico teórico necesita para trabajar es papel, lápiz y mucha imaginación. Los físicos experimentales, por otra parte, pasan sus días en el laboratorio, inmersos entre sofisticados equipos mecánicos y electrónicos, con los cuales realizan mediciones de propiedades de las cosas para entenderlas o para explorar la posibilidad de modificarlas, dando como resultado que en algunas ocasiones se descubran nuevos fenómenos. Un ejemplo de la sofisticación que se ha alcanzado en hacer experimentos son los aceleradores de partículas.

Sin embargo hoy en día tenemos un tercer escenario que resultó de la conjugación de dos situaciones: el gran desarrollo de los equipos de cómputo y la creciente complejidad de los problemas de gran interés del mundo de los átomos. Lo anterior ha dado paso a una forma alternativa de hacer investigación que hace converger de forma directa la física teórica y la experimentación. Se trata, en efecto, de la física computacional. Las computadoras se han transformado en laboratorios en los cuales los experimentos corresponden a la ejecución de programas de cómputo que están basados en modelos físicos teóricos y que son traducidos en diferentes lenguajes de programación o en una combinación de ellos, cuyos resultados deben ser analizados con especial cuidado, de tal forma que sean físicamente plausibles y que, de ser posible, podamos compararlos con mediciones reales hechas por los físicos experimentales.

Consideremos como ejemplo uno de los primeros problemas que ha abordado la física computacional: se trata del *problema de los tres cuerpos* que fue propuesto por el físico Isaac Newton (1643-1727). Newton sintetizó la mecánica del movimiento de los cuerpos en tres leyes. Todo objeto en la Tierra e incluso los planetas y galaxias se apegan a dichas leyes, sin embargo, podemos predecir teóricamente el comportamiento de los objetos siempre y cuando consideremos



VIAJE A TRAVÉS DE LA ESTRUCTURA DE LA MATERIA. EN UN TROZO DE MATERIAL SE ENCUENTRA UN GRAN NÚMERO DE ÁTOMOS FORMADOS A SU VEZ POR NÚCLEOS Y ELECTRONES. LAS INTERACCIONES ENTRE ELLOS DETERMINAN LAS PROPIEDADES QUE OBSERVAMOS, POR ESTO ES IMPORTANTE ENTENDER QUÉ SUCEDE A ESCALAS MUY PEQUEÑAS. IMAGEN: CORTESÍA ABDUL MAURICIO REYES USUAGA.

solamente dos cuerpos a la vez. En cuanto introducimos un tercer objeto ya no nos es posible resolver el problema de su movimiento en forma exacta, así que se han propuesto algunos métodos para estudiar este problema de forma numérica, es decir, considerando aproximaciones de operaciones algebraicas, donde el uso de las computadoras hace que el trabajo sea más breve.

En mi proyecto de maestría, asesorado por el Dr. Oracio Navarro Chávez, investigador de la Unidad Académica del Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM, estudio problemas no sólo con tres cuerpos sino muchos más, del orden de 10^{23} . Si quisiéramos contar este

número de personas, necesitaríamos 100 billones de veces la población actual de la Tierra. Nosotros estudiamos sistemas de átomos que conforman distintos materiales, donde además las leyes de Newton ya no son aplicables, dando paso a las leyes de la mecánica cuántica. Siendo estas las condiciones, sabemos hoy en día que se ha tenido un éxito mediano en la solución exacta de algunos problemas de este tipo, tomando como alternativa de trabajo el desarrollo de modelos que permiten una aproximación numérica a las propiedades de la materia. Esto no es tan grave; para nuestra fortuna a veces no es necesario tener todos los detalles de la naturaleza para entender y predecir su comportamiento. En ciencia de materiales, la física computacional ha sido de gran utilidad para comprender y manipular las propiedades mecánicas, ópticas, electrónicas y magnéticas de los materiales, los cuales podrían tener un gran impacto en aplicaciones dirigidas a la medicina, las tecnologías de la información, el cuidado ambiental, entre otras. Yo me dedico al estudio de las propiedades electrónicas y magnéticas de materiales, llamados medio-metálicos, es decir, materiales que según su entorno pueden considerarse un metal o un aislante al mismo tiempo. Estos materiales podrían ser usados como componentes de una nueva generación de computadoras, y permitirían agilizar los procesos de escritura y grabación de la información.

Se pueden realizar varios ejercicios de física computacional con equipos desde un teléfono celular o una computadora portátil. Para problemas con un alto grado de complejidad se requiere de equipos de cómputo con un gran número de procesadores, los que se conocen actualmente como *clusters*. Por otra parte, el *software* o los programas para hacer los cálculos pueden ser poco accesibles por su costo monetario. En nuestro caso, hacemos uso de los conocimientos adquiridos en uno o dos lenguajes de computación para sacar ventaja de muchas herramientas de cómputo gratuitas.

ORGANIZÓ LA UNAM CAMPUS MORELIA LA SEGUNDA FIESTA DE LAS CIENCIAS Y LAS HUMANIDADES

Con el propósito de dar a conocer su oferta académica de licenciatura y posgrado, así como acercar a los estudiantes a las más recientes investigaciones que se realizan en ciencia y humanidades, la UNAM Campus Morelia realizó por segundo año consecutivo la Fiesta de las Ciencias y las Humanidades.

El encuentro, organizado por la Dirección General de Divulgación de la Ciencia de la máxima casa de estudios, así como por las coordinaciones de Humanidades y de Investigación Científica, se llevó a cabo con un programa de conferencias, talleres, exposiciones y una obra de teatro de divulgación científico.

Se contó con la presencia de 150 personas entre investigadores y estudiantes de posgrado quienes dialogaron de forma directa sobre su trabajo con los asistentes a la fiesta.

Durante la inauguración del encuentro, el doctor Daniel Juan Pineda, director del Centro de Ciencias Matemáticas de la UNAM, Campus Morelia, explicó que el propósito de este foro



ASISTENTES A LA FIESTA DE LA CIENCIAS Y LAS HUMANIDADES. FOTO: ROLANDO PRADO.

fue generar un encuentro entre los investigadores y jóvenes de bachillerato y educación superior, para que éstos se interesen en las ciencias y las humanidades y se dediquen a estudiarlas.

Mencionó que es necesario que mostrarle a los jóvenes que dedicarse

a las matemáticas o la física no es aburrido; sino por el contrario: dedicarse a la ciencia es una de las cosas más divertidas que se puede hacer, dijo.

Al encuentro asistieron más de cuatro mil personas, quienes disfrutaron de las diferentes actividades. [bmm](#)

RINDE EL DOCTOR DANIEL JUAN PINEDA, DIRECTOR DEL CENTRO DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, SU SEGUNDO INFORME DE LABORES

Con el reto de mantener al Centro de Ciencias Matemáticas como una institución de excelencia en investigación a nivel internacional y con una alta productividad científica, comprometido con la docencia altamente especializada y con la difusión de la ciencia a todos los ámbitos sociales, el doctor Daniel Juan Pineda rindió su informe de labores correspondiente al periodo 2013.

Con la presencia el doctor Carlos Arámburo de la Hoz, coordinador de la Investigación Científica de la UNAM, el doctor Daniel Juan Pineda mencionó que al realizar su misión, el CCM coadyuva al desarrollo de las matemáticas como disciplina sin la cual el progreso de una sociedad moderna resulta impensable. El CCM representa hoy un foco influyente en el ámbito de las matemáticas a nivel nacional.

En relación estrecha con sus tareas de investigación, el CCM trabaja también en la formación de recursos huma-

nos altamente especializados. La UNAM implementó en 2006 el Programa de Posgrado Conjunto en Ciencias Matemáticas (PCCM) con la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH). El CCM labora para asegurar el buen desempeño de este Posgrado Conjunto.

Informó, que el CCM cuenta con 20 investigadores de tiempo completo y cuatro técnicos académicos. Además, fue receptor durante el periodo de 11 becarios posdoctorales. Añadió que la totalidad de sus investigadores pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores, la mayoría a los niveles II o III.

El CCM es un centro de investigación altamente productivo como lo atestiguan los 65 artículos de investigación publicados en 2013 en revistas de alto prestigio y de circulación internacional, esto significa una producción promedio de 3.25 artículos por investigador por año en los últimos tres años. Los investigadores del CCM tienen una

extensa colaboración e intercambio internacional habiendo impartido 47 conferencias y recibido la visita de 55 académicos. Además, investigadores del CCM son responsables de 24 proyectos de investigación.

El CCM, mencionó, es sede participante del Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias Matemáticas y de la Especialización en Estadística Aplicada de la UNAM y del Programa de Posgrado Conjunto en Ciencias Matemáticas entre la UNAM y la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Durante el 2013 el Posgrado Conjunto en Ciencias Matemáticas contó con un promedio de 54 alumnos inscritos (28.5 en maestría y 25.5 en doctorado). Durante el año que se reporta se impartieron 34 materias a nivel posgrado. La matrícula de los programas de posgrado en donde el CCM participa está conformada por estudiantes de distintos estados de la república, así como alumnos de países como Colombia, Bolivia, Irán y Alemania.

El Centro de Ciencias Matemáticas fue sede de la Escuela de Matemáticas de América Latina y el Caribe, ésta, es una escuela internacional, asistieron alrededor de 50 alumnos de centro y Sudamérica.

En el rubro de Divulgación y Difusión, el CCM llevo acabo una extensa labor de difusión, destacando la participación en el evento La Ciencia en el Séptimo Arte, organizado por La Coordinación de la Investi-

gación Científica de la UMSNH y el CRYA de la UNAM; la participación y organización en la Fiesta de las Ciencias y las Humanidades del Campus Morelia de la UNAM; así como la Feria Matemática de Morelia. [\[1\]](#)

EL CRYA REALIZÓ LA NOCHE DE LAS ESTRELLAS 2014

Más de 12 mil personas asistieron a la Noche de Estrellas, la cual llevó el lema "El Universo según el cristal con que se mira".

El evento estuvo organizado por el Centro de Radioastronomía y Astrofísica de la UNAM, Campus Morelia, Francisco Alcaraz Ayala, encargado del Planetario de Morelia "Lic. Felipe Rivera", y miembros de la Sociedad Astronómica de Michoacán, Asociación Civil (SAMAC).

Los integrantes del comité organizador recordaron que este evento internacional se realiza desde el 2009, con el Año Internacional de la Astronomía, motivado por el quinto centenario de la primera vez que un humano observó el cielo con un instrumento, Galileo y su telescopio; El Universo en Movimiento con motivo de los

centenarios de los movimientos nacionales de la Revolución y de la Independen-

cia; Haz Química con el Universo, por el año internacional de la Química; El Universo Maya, con motivo del nuevo Baktún o nueva cuenta de los mayas; El Universo y el Agua, por el año internacional de la cooperación en la esfera del agua, y en esta ocasión El Universo según el cris-



DETALLE DE LAS ACTIVIDADES EN LA NOCHE DE LAS ESTRELLAS 2014. FOTO: MÓNICA GARCÍA.

tal con que se mira, con motivo del Año Internacional de la Cristalografía 2014.

El Año Internacional de la Cristalografía 2014, añadieron, conmemoró no sólo el centenario de la difracción de rayos X, que permitió el estudio detallado del material cristalino, sino también el 400 aniversario de la observación de Johannes Kepler, en 1611, de la forma simétrica de los cristales de hielo, que inició el estudio más amplio del papel de la simetría en la materia.

En este festival astronómico se realizó en la Plaza Melchor Ocampo, desde las 15:00 y hasta las 22:00 horas, donde las personas asistieron a las diferentes conferencias, talleres, observaciones con telescopios y una obra de teatro de divulgación científica.

Los integrantes del Comité Organizador de la Noche de las Estrellas explicaron que la cristalografía es la técnica principal mediante la cual podemos analizar la estructura atómica de casi todo, a la vez

que es muy útil para averiguar por qué las cosas se comportan como lo hacen. [\[1\]](#)

RINDE EL DIRECTOR DEL CIGA SU III INFORME DE ACTIVIDADES

La misión del Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA) establecida para el periodo 2011-2015 fue formular y llevar a la práctica modelos alternos de uso de recursos naturales, formas de ocupación y aprovechamiento del territorio por la sociedad, sin perder presencia en el ámbito científico internacional, señaló el Dr. Gerardo Bocco Verdinelli, al inicio de su informe.

De acuerdo con esta misión, continuó, el CIGA contribuye de manera sistemática a la construcción teórica en Geografía Ambiental, y es reconocido por sus aportes a la solución de problemas ambientales bajo tal marco teórico.

El CIGA ha privilegiado la consolidación de la plantilla (15 investigadores y

12 técnicos académicos) y de las áreas y líneas de trabajo científico. Así, se creó una nueva área de investigación en ciencia-sociedad-innovación que busca ampliar los horizontes de la innovación ortodoxa y proponer formas que privilegien el trabajo innovador en los territorios de comunidades rurales.

De igual manera se concluyó la formulación conceptual de un Laboratorio Interinstitucional de Análisis de Riesgos, en colaboración con la Unidad Michoacán del Instituto de Geofísica y la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia de la UNAM. Este laboratorio complementa la colaboración con el Instituto de Geofísica que desembocó en la creación del Laboratorio

Universitario de Geofísica Ambiental. Cada año el CIGA, en promedio desde 2011, ha contado con al menos cinco investigadores postdoctorales.

En relación con la producción científica primaria, en 2013 se publicaron 49 artículos, 21 en revistas indexadas por CONACYT y 28 en revistas internacionales indexadas; en tanto en el primer semestre de 2014 se publicaron 24 artículos en esta última categoría. Además se publicaron dos libros, uno en coedición con el INECC y otro con el Museo Field de Chicago, y 11 capítulos de libro, uno de ellos de circulación internacional. Prácticamente toda la producción nacional del Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental se encuentra disponible en línea. [\[1\]](#)

CINE

El Cineclub Goya presentará el "Maratón Nocturno de Cine de Terror 2014" el día 22 de noviembre desde las 18:00 horas. Las funciones se realizarán en el Auditorio de la Coordinación Administrativa de la UNAM Campus Morelia. Entrada gratuita.

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



EVENTOS DE DIVULGACIÓN

Novedades astronómicas

Visita la página: <http://www.crya.unam.mx/web/divulgacion>

Viernes de astronomía

Los días 28 de noviembre y 12 de diciembre, a las 19:00 horas, habrá charlas y observación con telescopios en el Auditorio de la Unidad Académica Cultural de la UNAM Campus Morelia. Más información en: <http://www.crya.unam.mx>



¿ES CIERTO...

... que en el espacio exterior no hay gravedad?



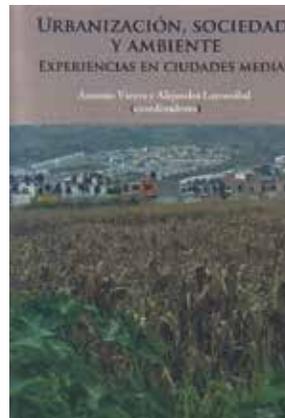
La gravedad es una fuerza generada por cualquier objeto material y ejerce su acción a distancia. La intensidad de la fuerza gravitacional depende de dos factores: la cantidad de materia contenida en los cuerpos que interactúan y la distancia que los separa. Entre mayor sea la cantidad de materia presente, mayor será la intensidad de fuerza gravitacional...

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

Urbanización, Sociedad y Ambiente: Experiencias en ciudades medias

RESEÑA DE YADIRA MIREYA MÉNDEZ LEMUS

Las discusiones sobre la urbanización acelerada y la consecuente expansión física de las ciudades ocupan un lugar preponderante en los estudios urbanos. Es así que las ciudades medias (entre 100 mil y un millón de habitantes) han adquirido un creciente protagonismo a nivel regional, nacional y mundial no sólo por su dinamismo, sino también porque son el escenario de problemas asociados a su crecimiento, como el cambio descontrolado del uso



del suelo, desempleo, subempleo, falta de dotación de servicios e infraestructura, falta de transporte, vivienda precaria, violencia, riesgo a desastres naturales, y contaminación de agua, aire y suelo entre otros.

En este contexto nace esta obra, que gira en torno al rápido crecimiento poblacional y físico de las ciudades medias y sus efectos negativos en la sociedad y el ambiente. Coordinado por Antonio Vieyra y Alejandra Larrazábal, académicos del Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, el libro profundiza en estudios de caso cuidadosamente seleccionados, principalmente de la ciudad de Morelia, complementados con casos de las ciudades de Valparaíso en Chile y Florianópolis en Brasil.

Desde disciplinas como la geografía ambiental, la ecología política, la historia y la geología, los autores ofrecen interesantes reflexiones teóricas y argumentos críticos, éstos últimos basados en datos empíricos, sobre las fuerzas que han promovido el crecimiento poblacional y la consecuente expansión física de estas ciudades, que como las megaciudades, están generando espacios no planeados, socialmente segregados, fragmentados, injustos, inseguros, ilegales, muchas veces riesgosos para la vida y la salud de quienes los habitan, con entornos degradados y contaminados. Espacios con límites en constante movimiento, los cuales no perdonan las divisiones político-administrativas de otros territorios y se tragan a su paso pueblos enteros, cuerpos de agua,

áreas forestales y agrícolas, áreas naturales protegidas, humedales, zonas de alto riesgo por inundaciones y fallas geológicas.

Espacios que exhiben a su paso componentes rurales y urbanos que se entrelazan entre sí a través de procesos de territorialización y desterritorialización para convertirse con el paso del tiempo en predominantemente urbanos.

La obra está organizada en tres partes: La primera presta atención a las implicaciones urbanas del crecimiento histórico, así el texto inicia con dos trabajos que abordan el crecimiento histórico territorial de la ciudad de Valladolid-Morelia y sus implicaciones tanto en la configuración de su traza

urbana como de las periferias rurales adyacentes, en sus habitantes y en el ambiente.

La segunda parte se compone de tres trabajos que se concentran en los procesos urbanos y periurbanos. Al interior, los autores discuten desde distintas perspectivas, el "cómo" los espacios rurales lindantes y las áreas naturales protegidas se incorporan (o pretenden ser incorporadas) a la mancha urbana de Morelia.

Finalmente, y dado que en las ciudades latinoamericanas la segregación socio-espacial, la vulnerabilidad y el riesgo van de la mano, el libro no podía dejar de lado este tema, ya que la urbanización de las últimas décadas se ha caracterizado por asentamientos populares con altos niveles de pobreza y vulnerabilidad en las periferias urbanas. Por lo tanto, la obra incorpora muy acertadamente en la tercera parte cuatro trabajos que reflexionan acerca del trino: urbanización, vulnerabilidad, y riesgo.

Se trata pues, de un libro que por su naturaleza nos invita a reflexionar en lo que hay detrás de los procesos de urbanización acelerada, desordenada y voraz en ciudades medias, y nos muestra con hechos concretos la magnitud de sus impactos negativos en la sociedad y el ambiente. **bum**



URBANIZACIÓN, SOCIEDAD Y AMBIENTE: EXPERIENCIAS EN CIUDADES MEDIAS. ANTONIO VIEYRA Y ALEJANDRA LARRAZÁBAL (COORDINADORES). CIGA-UNAM, SEMARNAT, INECC. MÉXICO. 2014.