



## ARTÍCULO

### TESELACIONES APERIÓDICAS, O LO QUE ES LO MISMO, MOSAICOS QUE NO SE PUEDEN FORMAR REPITIENDO PATRONES

**Dr. Daniel Pellicer Covarrubias**  
Centro de Ciencias Matemáticas, UNAM

Cuando uno piensa en colocar un mosaico con piezas de un mismo color en un piso o una pared, la primera forma de hacerlo que nos viene a la cabeza es usando cuadrados de dimensiones iguales. Pensando un poco más, o buscando mosaicos en un catálogo, rápidamente consideramos la opción de usar rectángulos, colocándolos en alguna de las muchas formas en que puede hacerse para formar un mosaico. También es común combinar cuadrados y rectángulos, o rectángulos de distintos tamaños. A algunas personas más aventuradas se les

ocurrirá utilizar triángulos equiláteros o hexágonos regulares. Cualesquiera que sean las figuras que elijamos para elaborar nuestro mosaico, indudablemente aparece dentro de nuestro plan hacer un patrón con estas figuras que se repita de modo que garanticemos que llenamos la superficie deseada con esas piezas. Esto no es de extrañar, puesto que a lo largo de la historia de la humanidad esa fue la tendencia hasta hace medio siglo.

Observando los pisos de edificios antiguos uno encuentra muchos mosaicos interesantes. Algunos de ellos consisten

## CONTENIDO

### ARTÍCULO

*TESELACIONES APERIÓDICAS, O LO QUE ES LO MISMO, MOSAICOS QUE NO SE PUEDEN FORMAR REPITIENDO PATRONES* ..... 1

### GRAN ANGULAR

*EL CENTRO DE CIENCIAS MATEMÁTICAS TRABAJA EN LA FORMACIÓN DE ESPECIALISTAS EN LA TEORÍA DE CONJUNTOS Y LA TOPOLOGÍA* ..... 4

### ESTUDIANTES

*ESTUDIO DE MATERIALES POROSOS EN LA EXPLORACIÓN PETROLERA Y EN LA APLICACIÓN DE NUEVOS MATERIALES*..... 5

*BREVES DEL CAMPUS PARA CONOCER MÁS* ..... 8

### LIBROS

*EL HOMBRE DE NEANDERTAL: EN BUSCA DE LOS GENOMAS PERDIDOS* ..... 8

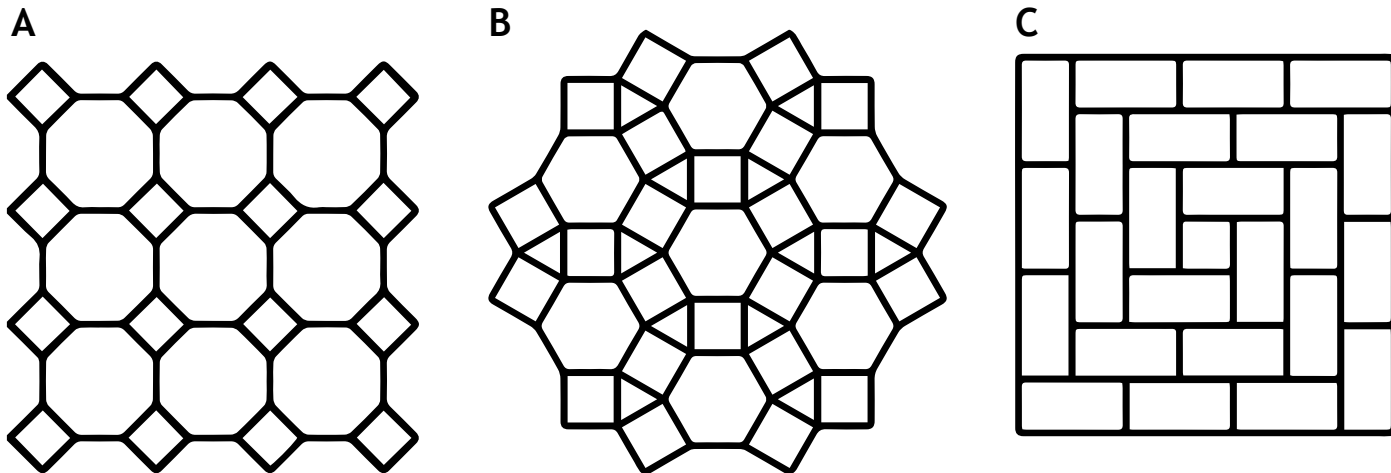


FIGURA 1. A) MOSAICO CON DOS TIPOS DE PIEZAS: CUADRADOS Y OCTÁGONOS. B) MOSAICO CON TRES TIPOS DE PIEZAS: TRIÁNGULOS, CUADRADOS Y HEXÁGONOS. C) MOSAICO CON DOS TIPOS DE PIEZAS: CUADRADOS Y RECTÁNGULOS. IMÁGENES: CORTESÍA DANIEL PELLICER.

en piezas poligonales mientras que las piezas de otros mosaicos tienen lados curvos. En cada caso uno ve que son pocas las formas de piezas que se usan. Por ejemplo, las figuras 1A y 1C muestran fragmentos de ensambles de mosaicos con dos tipos de piezas, mientras que la figura 1B muestra uno con tres tipos de piezas. También se observa que las piezas embonan sin dejar huecos, excepto por el espacio requerido para el pegamento utilizado para que queden fijas. A la formalización -descripción teórica- de estos objetos los matemáticos le llamamos una *teselación*; más aún, el estudio de teselaciones no se limita a mosaicos en una superficie de área determinada, sino que incluye a aquellas maneras de cubrir todo el plano cartesiano con piezas de formas distintas, aunque necesariamente se utilizará una infinidad de piezas de alguna de esas formas.

Imaginemos que tenemos la teselación usual de cuadrados cubriendo todo el plano y tenemos un observador de pie sobre la teselación. Asumamos también que el observador tiene una brújula bien calibrada que le indica cuál es la dirección del eje X y la dirección del eje Y. Si al observador se le dice que camine una unidad en dirección del eje X, después de caminar dicha distancia el observador verá a la teselación exactamente igual que como la vería si no se hubiera movido. Es decir, si estaba de pie sobre un vértice (donde se intersectan cuatro cuadrados), volverá a caer en un vértice y similarmente si estaba parado sobre una arista (segmento donde se juntan dos cuadrados) o en algún punto in-

terior de un cuadrado. Además, lo que se ofrecerá a su vista será igual antes y después de su recorrido. Lo mismo ocurre si se le pide que camine otras distancias en algunas otras direcciones. Esto ocurre debido a que en la teselación de cuadrados podemos tomar parches que se pegan uno después de otro en dos direcciones diferentes, por ejemplo en las direcciones X y Y. A este tipo de repetición de patrones le llamamos una *traslación* de la teselación. Es un ejercicio sencillo encontrar dos traslaciones en direcciones distintas en las teselaciones de las figuras 1A y 1B.

No cuesta trabajo imaginarse una teselación del plano que no admita traslaciones. Por ejemplo, la teselación de la figura 1C ocupa un solo cuadrado, y por lo tanto un parche de la teselación que contenga al cuadrado no puede repetirse hacia ninguna dirección. A este tipo de teselaciones les llamamos *no periódicas*. Sin embargo, el lector podrá corroborar que utilizando únicamente las figuras de la teselación en la figura 1C es posible llenar el plano de manera que haya traslaciones, por ejemplo intercalando renglones de cuadrados con renglones de rectángulos.

Por mucho tiempo se ignoró si existía algún conjunto finito de formas de piezas con las que se pudiera llenar el plano, pero sólo de manera no periódica. Es decir, si se propone un conjunto de piezas, hay que probar tanto que llenan el plano, como que no es posible formar parches con esas piezas que se repitan mediante traslaciones para llenar el plano. La pregunta habría sido tomada en cuenta sólo por unos pocos matemáticos, pues la

## DIRECTORIO



Universidad Nacional  
Autónoma de México

### UNAM

RECTOR  
DR. ENRIQUE GRAUE WIECHERS

SECRETARIO GENERAL  
DR. LEONARDO LOMELI VANEGAS

SECRETARIO ADMINISTRATIVO  
ING. LEOPOLDO SILVA GUTIÉRREZ

ABOGADA GENERAL  
DRA. MÓNICA GONZÁLEZ CONTRÓ

COORDINADOR DE LA  
INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA  
DR. WILLIAM LEE ALARDÍN

### CAMPUS MORELIA

CONSEJO DE DIRECCIÓN  
DR. ISMEL ALFONSO LÓPEZ  
DR. ALEJANDRO CASAS FERNÁNDEZ  
DR. AVTO GOGICHAISHVILI  
DR. DANIEL JUAN PINEDA  
DRA. DIANA TAMARA MARTÍNEZ RUIZ  
DRA. MARÍA ANA BEATRIZ MASERA CERUTTI  
DR. ENRIQUE CRISTIÁN 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  
DRA. BERTHA OLIVA AGUILAR REYES  
DRA. YSEÑIA ARREDONDO LEÓN  
LIC. GUADALUPE CÁZARES OSEGUERA  
DR. LUIS ALBERTO ZAPATA GONZÁLEZ  
DR. GUILLERMO CISNEROS MÁXIMO  
M. A. V. LENNY GARCIDUEÑAS HUERTA  
MTRA. DANIELA LÓPEZ  
DR. ULISES ARIET RAMOS GARCÍA  
M. EN C. LEONOR SOLÍS ROJAS

CONTENIDOS  
LAURA SILLAS RAMÍREZ

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:  
<http://www.morelia.unam.mx/vinculacion/>

intuición nos dice que, si se ha de llenar el plano, lo lógico es hacerlo con un patrón que se repite, o al menos con piezas que permitan ese patrón. Fue hasta 1966 en que R. Berger descubrió el primer conjunto de piezas con esta extraña propiedad. Este conjunto consiste de piezas de veinte mil 426 formas distintas. A aquellos conjuntos de piezas que teselan el plano, pero sólo de manera no periódica se les llamó *conjuntos aperiódicos*, y a las teselaciones formadas con estos conjuntos se les llamó *teselaciones aperiódicas*.

El descubrimiento del primer conjunto aperiódico causó revuelo entre los matemáticos al grado que en los siguientes diez años se encontraron numerosos conjuntos más. El mismo Berger encontró en la década de los sesentas un conjunto con 104 formas distintas. De particular interés fueron los conjuntos de Robinson, Amman y Penrose, encontrados a principios de la década de los setentas, debido a que el número de formas de estos conjuntos variaba entre 2 y 6. Esto permitió que se trabajara con piezas físicas y se hicieran mosaicos que cubrieran superficies amplias, de manera que se ilustraran propiedades concretas de estas teselaciones.

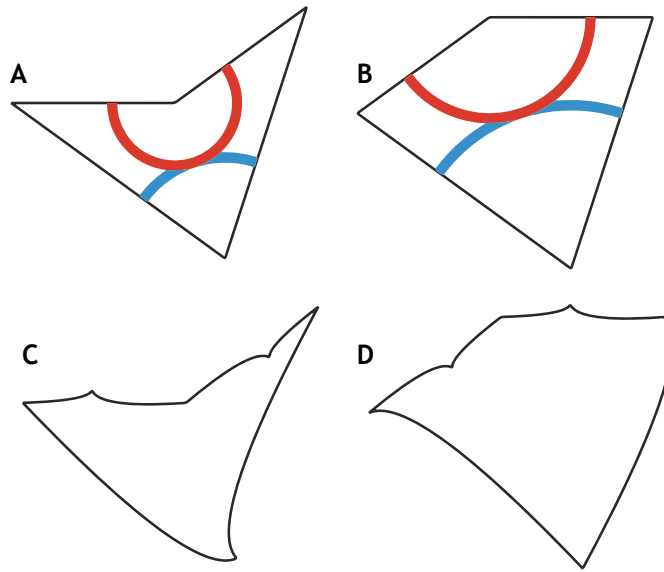


FIGURA 2. A) FLECHA DEL CONJUNTO DE PENROSE. B) PAPANOTE DEL CONJUNTO DE PENROSE. C) FLECHA CON LADOS CURVEADOS. D) PAPANOTE CON LADOS CURVEADOS. IMÁGENES: CORTESÍA DANIEL PELLICER.

Además, con este conjunto se pueden formar teselaciones que permiten una rotación de 72 grados, cosa que se sabía imposible para teselaciones que admiten traslaciones.

Una regla sencilla para convencerse de que con las piezas de Penrose se puede llenar el plano consiste en subdividir e inflar. Supongamos que tenemos ya un pedazo de teselación. Para formar uno más grande basta con dividir cada pieza de la teselación de la manera mostrada en la figura 3. Eso da una teselación con piezas más chicas, pero que utiliza más piezas. Ajustando la escala de modo que el tamaño de las nuevas piezas coincida con el de las piezas originales se obtiene una teselación mayor a aquella con la que se inició. Con esta idea uno puede cubrir

pedazos cada vez más grandes del plano. Demostrar que ninguna teselación con estas piezas admite traslaciones es bastante más tardado, pero se puede hacer sin usar técnicas complicadas.

A pesar de que la existencia de teselaciones aperiódicas fue un gran descubrimiento, aún hay muchas preguntas sin respuesta respecto a este tema. Como se dijo anteriormente, el primer conjunto aperiódico consistía de miles de formas de piezas. En pocos

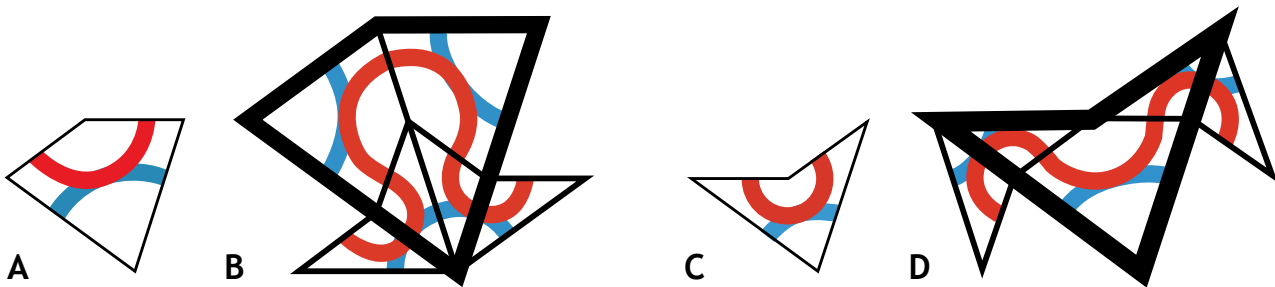


FIGURA 3. A) PAPANOTE. B) PAPANOTE SUBSTITUIDO POR DOS PAPANOTES MÁS PEQUEÑOS Y DOS MEDIAS FLECHAS. C) FLECHA. D) FLECHA SUBSTITUIDA POR UN PAPANOTE Y DOS MEDIAS FLECHAS. IMÁGENES: CORTESÍA DANIEL PELLICER.

El más famoso de los conjuntos aperiódicos es sin duda el conjunto de papalotes y flechas de Robert Penrose (ver figuras 2A y 2B). Consiste en piezas de únicamente dos formas, normalmente adornadas con trazos curvos que inducen una regla para pegar, pidiendo que los trazos de una pieza continúen en las piezas contiguas. Sin embargo, los papalotes y flechas pueden deformarse para no requerir dichas reglas de pegado (ver figuras 2C y 2D). Este conjunto tiene particularidades sorprendentes, por ejemplo, la razón entre los lados de las piezas es la *razón áurea*, número asociado con frecuencia a objetos estéticos.

años se redujo el número a dos. Sin embargo han pasado 40 años sin saber si hay un conjunto aperiódico con una sola pieza, siendo éste el mayor problema abierto relacionado con este tema.

Además de ser de interés por su valor puramente matemático, las teselaciones representan muy bien el crecimiento de cristales al acumularse gradualmente las moléculas que los forman. Las teselaciones aperiódicas, son el candidato natural para modelar los llamados cuasicristales, que también son formados por la acumulación de moléculas, pero de manera que no admiten traslaciones. Este es un tema actual de investigación en cristalografía. <http://www.iiim.org>

## EL CENTRO DE CIENCIAS MATEMÁTICAS TRABAJA EN LA FORMACIÓN DE ESPECIALISTAS EN LA TEORÍA DE CONJUNTOS Y LA TOPOLOGÍA

DESDE SU INGRESO A LA UNIDAD MORELIA DEL INSTITUTO DE MATEMÁTICAS DE LA UNAM (AHORA CCM) EN EL 2002, el doctor Michael Hrusak ha contribuido en la formación de siete becarios posdoctorales, seis alumnos de doctorado graduados y cuatro que están por graduarse dentro del área de la teoría de conjuntos.

En entrevista, el doctor Hrusak explica que la teoría de conjuntos se ubica dentro del área de las matemáticas puras, es la investigación del infinito. El origen de estos estudios fue a finales del siglo XIX con los trabajos de Georg

Cantor, quien se dio cuenta que no hay un único infinito, sino hay muchos, para cada infinito existe otro que es más grande que éste. Este mismo estudio que parecía muy fructífero para todas las matemáticas causó una crisis fuerte en dicha ciencia a principios del siglo XX, debida a las contradicciones que surgen al hacer un uso puramente intuitivo de la noción de conjunto; un ejemplo de ello es la famosa paradoja de Bertrand Russell.

Agregó que ante esto, en el Congreso Internacional de Matemáticos de 1900, David Hilbert presentó una lista de los problemas más importantes a resolver en matemáticas, siendo los dos primeros problemas muy cercanos a su área de investigación. El primero intentaba verificar que no existe un conjunto cuyo tamaño esté estrictamente entre el de los números racionales y el de los números reales. El segundo fue poner las matemáticas en suelo firme, desarrollarla rigurosamente; es decir primero se estipulan unas pocas verdades básicas, las cuales se aceptan como axiomas y, el resto de las matemáticas debería ser sólo deducir nuevas verdades a partir de estos axiomas.

Comenta que todo empezó muy bien, se desarrollaron sistemas axiomáticos que modelaban todo el pensamiento matemático hasta el momento, pero en 1931 el matemático Kurt Gödel mostró que tales sistemas tienen fallas; demostrando que no importa cómo se establezcan los axiomas de los cuales se quiera deducir todas las matemáticas, hay siempre tres escenarios posibles: 1. El sistema es tan pequeño que no se puede deducir ni siquiera verdades evidentes de la aritmética de los números naturales; es decir se tienen muy pocos axiomas. 2. El sistema es necesariamente incompleto; es decir existen preguntas que el sistema no resuelve, y por lo tanto éste no puede ser base para todas las matemáticas. 3. El sistema no se puede entender en términos técnicos; es decir el conjunto de axiomas del sis-



DR. MICHAEL HRUSAK. FOTO: LAURA SILLAS

tema no es recursivo, no existe un algoritmo para reconocer los axiomas de entre todos los enunciados de dicho sistema.

En ese sentido, el doctor Hrusak señala que "el teorema de Gödel nos dice que existen preguntas que se pueden formalizar en el lenguaje de las matemáticas, pero que éstas no pueden contestar".

A la luz del teorema de Gödel y del trabajo posterior de Paul Cohen sobre el método de *forcing*; introducido en la década de los sesentas por él para dar respuesta al primer problema de Hilbert, la teoría de

conjuntos moderna se dedica en gran parte a identificar los enunciados problemáticos en las matemáticas, conocidos como *no decidibles* (o *independientes*); es decir aquellos enunciados para los cuales no podemos llegar a concluir si lo que expresan es cierto o falso.

El campo de estudio del doctor Hrusak, se ubica en el estudio de la interacción entre dos áreas: la teoría de conjuntos y la topología (área de las matemáticas a través de la cual se estudian los procesos continuos). El académico comenta que la flexibilidad de la topología la hace muy cercana a la teoría de conjuntos y por lo tanto el fenómeno de independencia se manifiesta de una manera muy latente. "Es un campo muy fértil para la búsqueda de esos enunciados independientes. Pero no es el único campo, éstos también se encuentran en otras áreas de las matemáticas, como análisis real, análisis funcional y álgebra. Su búsqueda también me ha llevado a áreas muy diferentes, tengo resultados en análisis funcional y álgebra, pero con este enfoque de buscar los enunciados *no decidibles*", indica.

Asimismo, considera que su labor es algo parecido a un servicio social, "es decirles que ese problema nunca lo vas a poder resolver, porque en el sistema que trabajas no es posible resolverlo y esto se demuestra a través del método de *forcing*".

Finalmente, el académico nos comparte que una de las mayores satisfacciones que le ha dejado la investigación es la formación de jóvenes matemáticos, "enseñarles el camino siempre ha sido mi pasión más grande. Es un proceso de aprendizaje, uno funge como un guía, alguien dijo que hacer matemáticas es como buscar un gato en un cuarto oscuro, sin saber si el gato realmente está ahí. Entonces uno como profesor quiere fungir como un guía en ese cuarto".

Con su labor en el Centro de Ciencias Matemáticas el doctor Michael Hrusak continúa con la formación de especialistas en el campo de la teoría de conjuntos y la topología. ■■■■



## ESTUDIO DE MATERIALES POROSOS EN LA EXPLORACIÓN PETROLERA Y LA APLICACIÓN DE NUEVOS MATERIALES

Por: Bertha Yunuen Casas Herrera y Centli Tzetzangari Guerrero Caro, estudiantes del Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales. Instituto de Investigaciones en Materiales (IIM), Unidad Morelia. UNAM

LOS MATERIALES POROSOS SON MEDIOS MUY COMUNES CON LOS QUE TENEMOS CONTACTO DIARIAMENTE, LAS ROCAS, ESPONJAS, HUESOS, ENTRE OTROS, SON EJEMPLOS DE ELLOS. En la actualidad, el estudio de estos materiales es de sumo interés, ya que al tener un medio poroso pueden obtenerse propiedades óptimas para ciertas aplicaciones.

En la industria del petróleo, el estudio de la porosidad en rocas de pozos exploratorios de posibles yacimientos es

tiene el porcentaje de porosidad y la dimensión fractal arrojando así datos que serán comparados por medio de gráficas y nos mostrarán el comportamiento de la porosidad en la roca.

Por otro lado, dentro de los materiales porosos que están en investigación, se encuentran las espumas metálicas. Estos materiales presentan una interesante combinación de propiedades, tales como alta rigidez, baja densidad, aumento

de absorción de energía al impacto y una mayor tolerancia a altas temperaturas; todo lo anterior debido a la conjunción de propiedades de un material poroso y a las propiedades intrínsecas de un material metálico. El uso de las espumas metálicas se ha incrementado debido a sus características físicas, químicas y mecánicas únicas, como su estructura ligera.

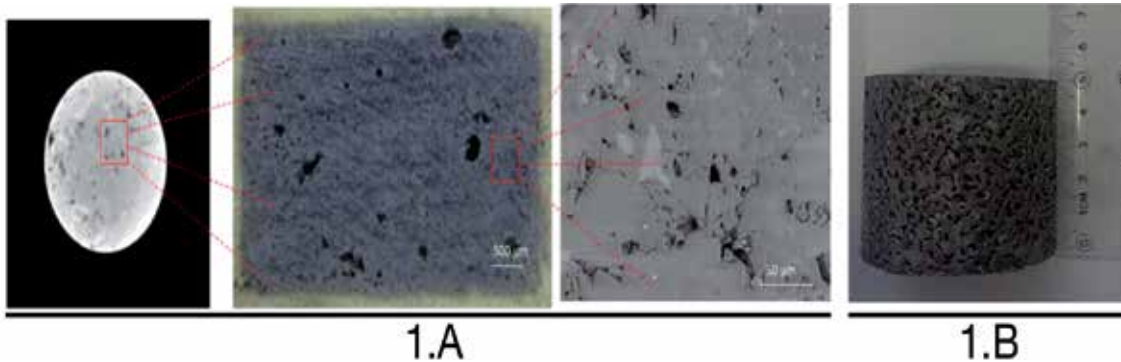


FIGURA 1.A (DE IZQUIERDA A DERECHA) IMÁGENES OBTENIDAS EN EL MICROSCOPIO ÓPTICO Y MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO, MOSTRANDO LA MACRO Y MICRO-POROSIDAD RESPECTIVAMENTE. IMÁGENES TOMADAS CON EL MICROSCOPIO ÓPTICO EN LABORATORIO DEL IIM Y EN EL MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO DEL LABORATORIO DE LA ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES, UNIDAD MORELIA (IMAGEN DE CENTLI GUERRERO). FIGURA 1.B SE MUESTRA UNA ESPUMA METÁLICA DE UNA ALEACIÓN DE ALUMINIO POR MEDIO DEL MÉTODO DE INFILTRACIÓN. IMAGEN: BERTHA CASAS.

importante, ya que a partir de este parámetro pueden determinarse si estos yacimientos son factibles de explotar o no; también es posible a partir de este parámetro estudiar el comportamiento fractal de las rocas a diferentes escalas. Este comportamiento se basa en la geometría fractal, que es el estudio de objetos con construcciones geométricas complejas, con un orden no ortodoxo e irregular. En nuestro trabajo en la Unidad Académica Morelia del Instituto de Investigaciones en Materiales (IIM), conjuntamos dos áreas de investigación: el estudio de materiales porosos basado en el análisis de la dimensión fractal y su fabricación en forma de espumas metálicas, lo cual realizamos en cercana colaboración.

Para describir el medio poroso de la roca a escalas macro-métricas y micrométricas, y observar si existe correlación de similitud entre las escalas ya mencionadas, es necesario tener muestras de las rocas de los pozos de interés llamadas núcleos y a partir de estos núcleos obtener láminas delgadas que se analizan por métodos ópticos en microscopio óptico y microscopio electrónico de barrido, con lo que se obtienen imágenes de la macro y micro-porosidad respectivamente (Figura 1.A y 1.B); posteriormente, estas imágenes son procesadas con un programa especializado en análisis de las mismas donde se ob-

Existen diferentes métodos de fabricación, que pueden ser por vía líquida o por vía sólida. En nuestros correspondientes trabajos de maestría, nos es de utilidad la fabricación de espumas de aluminio por medio de infiltración con una porosidad del 60% y una baja densidad. Esto se logra de la siguiente manera: Se colocan partículas gruesas de cloruro de sodio, es decir de sal de grano, dentro de un dispositivo, lo cual establece una preforma; enseguida, se coloca el aluminio por encima de la preforma, se lleva a temperatura de fusión del metal, la cual es menor que la de la sal de grano; se inyecta gas para que el metal infiltre en los espacios que se encuentran entre las partículas de la sal y se obtiene un material compuesto de aluminio mezclado con granos de sal. Finalmente, para obtener las espumas, se disuelven las partículas de sal en agua, dejándonos con un material poroso. Una vez con esta espuma metálica, realizamos una caracterización mecánica y física, para conocer mejor las propiedades de estas espumas.

Las espumas metálicas pueden ser utilizadas en la fabricación de diferentes estructuras como son en partes de carros, obras de arte, prótesis de huesos, captadores de CO<sub>2</sub>, aislantes acústicos, entre otros. Esta línea de investigación la estudiamos bajo la asesoría del Dr. Ismeli Alfonso López. [IIM](#)

## INAUGURA EL INSTITUTO DE GEOFÍSICA LABORATORIOS DE PRIMER NIVEL DE GEOTERMIA, EN LA UNIDAD MICHOACÁN

El Centro Mexicano de Innovación en Energía Geotérmica (CEMIEGEO) y el Instituto de Geofísica de la UNAM, Unidad Michoacán, inauguraron el Laboratorio de Microanálisis, del Sistema de Laboratorios Especializados el cual permitirá que estudiantes e investigadores desarrollen investigación que contribuya a resolver problemas de interés nacional.

De acuerdo con la doctora Noemí Salazar Hermenegildo, los equipos de este Laboratorio permiten determinar la composición química de materiales inorgánicos a escalas micrométricas con un alto nivel de resolución espacial.

Se trata de instrumentos clave para el estudio de las zonas geotérmicas.

El objetivo del laboratorio es el estudio a escala micrométrica de muestras minerales y rocas que permiten el enten-

dimiento de las interacciones entre minerales y fluidos, así como los procesos físicos químicos que definen un sistema geotérmico. Para ello cuenta con cinco equipos especializados como espectros-



ASPECTO DEL LABORATORIO DE MICROANÁLISIS. FOTO: LAURA SILLAS.

copios de Infrarojo y Raman, difractor de Rx, microscopio electrónico de barrido y la microsonda electrónica. Este último instrumento es el más costoso del Sistema de Laboratorios Especializados.

Cabe destacar que sólo hay cuatro microsondas electrónicas en México y actualmente sólo una se dedica a investigación y academia. La microsonda electrónica del CEMIEGEO está en una etapa de calibración, en el segundo semestre del año ya podrá dar servicio a investigadores y a estudiantes del consorcio.

El Laboratorio de Microanálisis está ubicado en las instalaciones del Instituto de Geofísica, de la Unidad Michoacán de la UNAM y es parte del Sistema de Laboratorios Especializados del Centro Mexicano de Innovación en Energía Geotérmica (CEMIEGEO). Desde su

creación, en este laboratorio participan el Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y el Instituto Nacional de Antropología e Historia.

## EL DOCTOR LUIS FELIPE RODRÍGUEZ JORGE INGRESA A LA REAL ACADEMIA DE CIENCIAS DE ESPAÑA COMO MIEMBRO EXTRANJERO

En ceremonia celebrada el pasado 10 de mayo en las instalaciones de la Real Academia Española de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, en Madrid, España, el doctor Luis Felipe Rodríguez Jorge ingresó a la misma como Miembro Correspondiente Extranjero.

El doctor Rodríguez es Investigador Emérito del Instituto de Radioastronomía y Astrofísica de la UNAM. Nació en Mérida, Yucatán, México en 1948. Obtuvo la licenciatura en Física en la Universidad Nacional Autónoma de México en 1973 y el doctorado en Astronomía en la Universidad de Harvard en 1978.

Su técnica de trabajo es la radioastronomía. Ha investigado principalmente la formación de estrellas y planetas y a las binarias de rayos X. Ha publicado cerca de 500 artículos que cuentan con más de 20,000

referencias en la literatura especializada. Entre las distinciones que ha recibido destacan el Premio Nacional de Ciencias y el Premio Bruno Rossi de la Sociedad Astronómica Americana. Es miembro de El Colegio Nacional, la institución que en sus 40 miembros agrupa a representantes de las ciencias, las humanidades y las artes en México. También ha sido electo Miembro Extranjero de la Academia de Ciencias de los Estados Unidos.

Tiene gran interés en la divulgación de la astronomía y mantiene un enlace con material que ha escrito en castellano: [www.crya.unam.mx/gente/l.rodriguez/divulgaesp.html](http://www.crya.unam.mx/gente/l.rodriguez/divulgaesp.html).

Los orígenes de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales se remontan a 1582, cuando Felipe II creó la Academia de Matemáticas de Madrid.

En la actualidad la Academia está integrada por 54 Miembros Numerarios españoles, más los Miembros Correspondientes que vienen de todo el mundo. Su labor principal es promover la cultura científica y tecnológica hacia otros colegas, así como hacia el público en general.

España cuenta con nueve reales academias oficiales dedicadas a la investigación y la divulgación cultural, científica y artística. La más conocida de ellas es la de la Lengua.

Para el doctor Luis Felipe el ingreso a la Real Academia Española de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales representa una distinción muy grata, ya que se trata de una instancia con personajes históricos en la formación de esta institución y es una academia que integra a científicos destacados de distintas partes del mundo.

## IIES PRESENTA INFORME DE ACTIVIDADES 2015-2016

**A**nte la presencia de la comunidad académica de la UNAM Campus Morelia y del doctor William Lee Alardín, Coordinador de la Investigación Científica de la UNAM, el doctor Alejandro Casas Fernández, director del Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES), presentó el Informe de Actividades 2015-2016.

Durante la presentación hizo un resumen del panorama de las actividades académicas en los dos años anteriores de existencia como Instituto, destacó los logros alcanzados y los retos que aún se tienen.

Detalló la participación del IIES en el 2016, en la organización de 22 seminarios académicos, seis talleres, seis simposios, cuatro encuentros, dos reuniones, un coloquio y el XX Congreso Mexicano de Botánica, que en conjunto tuvieron una asis-

tencia de más de 3 mil 500 participantes. Asimismo, sus académicos presentaron 204 ponencias, charlas o carteles en diferentes congresos, foros, simposios, seminarios, coloquios, conferencias, talleres y reuniones académicas nacionales e internacionales.

El doctor Alejandro Casas expuso que en el periodo 2015-2016, en total se graduaron con tesis dirigidas por académicos del IIES, 38 estudiantes de licenciatura, 48 de maestría y 25 de doctorado.

Un aspecto importante a destacar es la labor de divulgación científica, que realizó el personal académico del IIES, a través de publicaciones en revistas especializadas, capítulos de libros, libros completos, así como participaciones en medios de prensa, radio y televisión. En el periodo 2015-2016, se publicaron 76 ar-

tículos o notas de divulgación científica, sobre diferentes temas de la problemática ambiental, en periódicos, boletines y revistas de circulación nacional o estatal.

También se impartieron conferencias, pláticas y talleres dirigidos a diversos sectores de la sociedad, incluyendo comunidades rurales e instancias de gobierno, estudiantes y público en general.

En tanto, el doctor William Lee Alardín, Coordinador de la Investigación Científica de la UNAM, felicitó el trabajo realizado por el IIES en los últimos dos años, destacó el reconocimiento hacia las actividades de difusión y de vinculación, y los invitó a reforzar las labores con la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia, consideró que es una oportunidad de vinculación que debe ser aprovechada. [bunm](#)

## ESTUDIANTES DE LA ENES CAMPUS MORELIA PRESENTAN EXPOSICIÓN DE ARTE

**K**aren Arellano y Luz Elena Rico, alumnas de la primera generación de la Licenciatura en Historia del Arte, de la ENES campus Morelia, estuvieron a cargo de la curaduría de “Calaveras y Caprichos. La materialización del mito”, exposición que se inauguró el día 1 de junio en el Centro Cultural Clavijero, ubicado en el Centro Histórico de Morelia.

La muestra reúne algunas de las piezas de una colección de 33 carteles que originalmente fueron exhibidos en 2002; entre los autores de estas obras se encuentran destacados artistas mexicanos como Vicente Rojo, Luis Almedia, Carlos Palleiro y Alejandro Magallanes.

Se trata de una reinterpretación a la crítica política y social que hicieron en su contexto el mexicano José Guadalupe Posada y el español Francisco de Goya. El acervo pertenece actualmente al Museo de Arte Contemporáneo Alfredo Zalce quien facilitó la investigación y el préstamo de las obras.

Durante la presentación Arellano y Rico comentaron que no existe evidencia de una relación concreta entre Goya y Posada: “Ellos nunca se conocieron ni realizaron algún encuentro artístico”. Señalaron además que la tradición inició en la década de los 20 cuando distintos críti-

cos y artistas como Diego Rivera comenzaron a relacionarlos. De ahí el nombre del proyecto “la materialización del mito”.

taron con el apoyo de estudiantes y académicos de la ENES. Mientras que la gestión y la investigación fueron asesoradas



EXPOSICIÓN CALAVERAS Y CAPRICHOS. LA MATERIALIZACIÓN DEL MITO. FOTO: FELIPE ZENIL.

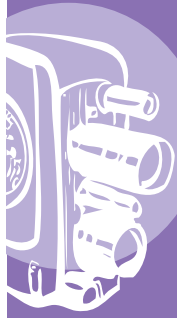
Karen Arellano y Luz Elena Rico, cursan el área de profundización Iconografía y Estudios de la Imagen en el 8° semestre de la Licenciatura en Historia del Arte. Para la realización de este proyecto con-

por la Dra. Rie Arimura, docente investigadora de la licenciatura en Historia del Arte de la ENES Morelia. La exposición tendrá permanencia hasta el 31 de julio en la Sala 3 del Palacio Clavijero. [bunm](#)



CINE

El sábado 20 de mayo se proyectará, desde las 16:00 horas, el Maratón de Cine de Primavera 2017, en el Auditorio de la Unidad Académica Cultural de la UNAM Campus Morelia. Entrada libre. Consulta la cartelera en: [www.csam.unam.mx/vinculación](http://www.csam.unam.mx/vinculación)



EVENTOS DE DIVULGACIÓN

El 26 de mayo a las 19:00 horas se llevará a cabo el evento Viernes de Astronomía, con la conferencia *Un paseo por el universo de las galaxias*, a cargo del Dr. Gustavo Bruzual. Después de la conferencia, si el clima lo permite, habrá observación con telescopios. Más información en: <http://www.iryu.unam.mx>



¿ES CIERTO...

... que hay estructuras inspiradas por las burbujas de jabón?

Es cautivador observar las burbujas (o pompas) de jabón flotar frente a nosotros o quedar hipnotizados con la espuma del baño. Resulta que las burbujas y espuma de jabón tienen más sorpresas que solo quitar manchas difíciles y mugre...

¿Es cierto...

Para saber más de esto visita la sección ¿Es cierto...? en la página: [www.morelia.unam.mx/vinculación](http://www.morelia.unam.mx/vinculación)

**El Hombre de Neandertal. En busca de los genomas perdidos, de Svante Pääbo**

RESEÑA DE AURA LOINARDY LAURENT LOINARD

¿Qué nos hace humanos? ¿Qué nos diferencia de las otras 8.7 millones de especies en el planeta, ninguna de las cuales se ha desarrollado tanto como el ser humano? Uno imaginaría que preguntas tan profundas podrían ser respondidas por grandes filósofos, pero no por un simple genetista. El uso de las ciencias genómicas en el sector médico ha consumido la mayor parte de nuestra atención desde que se desarrollaron, pero Svante Pääbo nos recuerda que la genética puede tener aplicaciones menos directas, pero igualmente fascinantes: aplicaciones que nos dicen, en parte, quiénes somos.


Parcialmente autobiográfico, este libro relata las decisiones que llevaron a Svante Pääbo a decodificar el genoma de los neandertales, y los descubrimientos hechos con base en este trabajo. La narración nos lleva desde la Universidad de Uppsala hasta el Instituto Max Planck para Antropología Evolutiva en Leipzig, haciendo varias paradas en Alemania del Este durante la Guerra Fría. Pääbo explica cómo el interés por las momias egipcias lo llevó a convertirse en uno de los fundadores de la paleogenética, y a completar exitosamente uno de los proyectos más ambiciosos del siglo XX. Entre las explicaciones de la parte técnica de su trabajo, como la reacción en cadena de la polimerasa o la extracción y secuenciación del ácido desoxirribonucleico (ADN), el lector echa vistazos a la complicada vida del autor, incluyendo su infancia como el hijo ilegítimo de Sune Bergstrom, ganador del Premio Nobel. De esta manera, *El Hombre de Neandertal* deja de ser simplemente un libro sobre los neandertales: es también un resumen de la historia de los avances tecnológicos en el área de la genómica en las últimas décadas, y de las personas, las colaboraciones y las rivalidades que los desarrollaron.

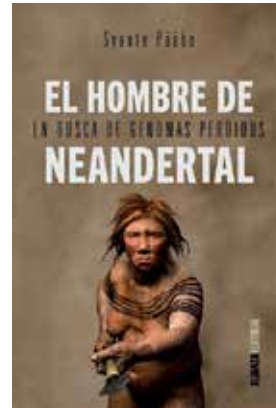
Una de las mejores características de *El Hombre de Neandertal* es que su propósito

es simplemente el avance de la ciencia. Las diferencias estrictamente académicas entre diferentes escuelas de pensamiento a menudo son atizadas por la vanidad de los investigadores. Dichos conflictos dificultan el progreso de la ciencia, como es demostrado en varios ejemplos dentro del mismo libro. Pääbo tuvo que enfrentarse a la territorialidad de científicos en la República Checa, y a las complicaciones causadas por el término de una colaboración. Sin embargo, a pesar de la mezquindad a veces presente en la investigación, Pääbo no presenta en su libro una

perspectiva que más lo favorece personalmente. El autor relata con el mismo detalle sus éxitos y sus fracasos, da crédito a quien lo merece, y admite libremente sus errores. Por ejemplo, descubrió evidencia de que 5% del ADN humano viene directamente de neandertales. A pesar de estar inicialmente en contra de tan descabellada teoría, recaudó más evidencia y logró dar una explicación

realista de cómo fue que estos homínidos, normalmente considerados vecinos inofensivos, son una parte de lo que somos hoy. Es un relato refrescante y convincente.

Además de ser un buen libro académico y escrito por el científico que comenzó la ardua tarea de reconstruir a nuestros ancestros con base en el polvo de sus huesos, *El Hombre de Neandertal* llega a un nivel un poco más profundo: responde parcialmente algunas de las preguntas más filosóficas que la ciencia ha intentado contestar. Los humanos somos la primera especie en colonizar el planeta entero, desarrollando en el proceso una cultura y autoconciencia. Parte del secreto de cómo realizamos tan compleja hazaña está escrita en el alfabeto más simple del mundo: uno que tiene solo cuatro letras y cabe cómodamente en la cabeza de un alfiler. Aunque aún no terminemos de descifrar tan alucinante información, *El Hombre de Neandertal* explica una parte. Pääbo quizá todavía no sabe hacia dónde vamos, pero sí puede decirnos de dónde venimos. 



EL HOMBRE DE NEANDERTAL. EN BUSCA DE GENOMAS PERDIDOS. SVANTE PÄÄBO. ALIANZA EDITORIAL. ESPAÑA. 2015.