

AMC

Boletín informativo de la Academia Mexicana de Ciencias

Número 11 / Agosto 8 de 2013

Matemáticas

Reúne Guanajuato a matemáticos de las Américas

Leer para aprender matemáticas

Expertos analizan cómo mejorar la enseñanza de esta disciplina

Tendrá Oaxaca un Centro Internacional de Investigación en Matemáticas

Noticias de la AMC

CONSEJO DIRECTIVO

Dr. José Franco
Presidente

Dra. Blanca Elena Jiménez Cisneros
Vicepresidenta

Dr. Roberto Leyva Ramos
Dr. Antonio Escobar Ohmstede
Secretarios

Mtra. Renata Villalba Cohen
Coordinadora Ejecutiva

SECCIONES REGIONALES

Centro
Dra. Susana Lizano Soberón
Presidenta

Sureste 1
Dr. Jorge Santamaría Fernández
Presidente

Sureste 2
Dra. Lilia Meza Montes
Presidenta

Noreste
Dr. Enrique Jurado Ybarra
Presidente

Noroeste
Dra. María Mayra de la Torre Martínez
Presidenta

COMUNICACIÓN Y DIVULGACIÓN

Javier Flores
Coordinador

Imelda Paredes Zamorano
Diseño editorial

Fabiola Trelles Ramírez
Información

Miriam M. Gómez Mancera
Edición y corrección

Moisés Lara Pallares
Cómputo

Alejandra Monsiváis Molina
Belegui Baccelieri
Reporteras

índice

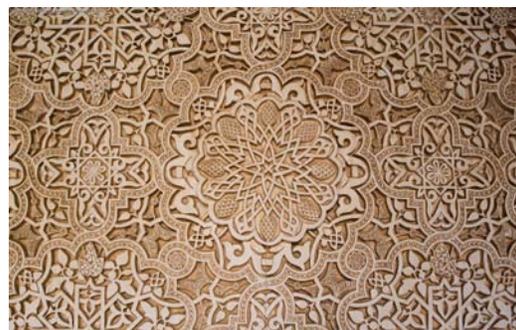
matemáticas

- 3 Reúne Guanajuato a matemáticos de las Américas
- 4 Leer para aprender matemáticas
- 5 Expertos analizan como mejorar la enseñanza de las matemáticas
- 6 Si a un estudiante le va bien en matemáticas, le va bien en todo
- 8 Tendrá Oaxaca un Centro Internacional de Investigación en Matemáticas
- 8 Hay matemáticas en las coincidencias
- 9 Teselaciones, arte y matemáticas

noticias

- 11 Con la colaboración científica, Francia y México retoman caminos que se habían extraviado
- 12 Acuerdan proyectos conjuntos Academias de Ciencias de México y Francia
- 13 El nuevo Comité de Integridad Científica de la AMC un servicio a la sociedad
- 14 Mexicanos obtienen medallas de oro y bronce en la X Olimpiada Internacional de Geografía

- 16 **avisos**



A lo largo de la historia diferentes expresiones artísticas han basado sus composiciones en principios matemáticos.

En los pisos, puertas, relieves y mosaicos de las paredes de la Alhambra, en Granada, España, es posible observar diseños geométricos de gran belleza. Esta expresión del arte musulmán se desarrolló principalmente en los siglos XIII y XIV.

Portada: Pared en la Alhambra. Tomada de: www.wallpapercove.com/wp-content/uploads/wallpapers/Random/Inside-Alhambra-Desktop-Wallpaper.jpg

Página 7, *Flowering Dodecahedron*, Bente Simonsen, 2013.

Página 10, *Dual Snub Hexpropello Dodecahedron*, Roland Gagneux, 2011.

Reúne Guanajuato a matemáticos de las Américas

Alejandra Monsiváis Molina y
Fabiola Trelles Ramírez

Con la primera entrega de distinciones con las que se reconocen las aportaciones de investigadores e instituciones en matemáticas en el continente americano, los Premios MCA y de las Américas y la medalla Solomon Lefschetz, inició el pasado lunes 5 de agosto en la ciudad de Guanajuato el Primer Congreso Matemático de las Américas (MCA2013), evento que durante una semana reunirá a más de mil científicos en torno a un extenso programa de actividades, y donde se darán a conocer los logros y avances más importantes alcanzados por esta ciencia en la región.

La inauguración del MCA2013 se llevó a cabo en el Auditorio del Estado, en una ceremonia en la que participaron en la mesa se honor los directores del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), Enrique Cabrero Mendoza, y del Centro de Investigación en Matemáticas (Cimat), José Antonio de la Peña, así como del gobernador de Guanajuato, Miguel Márquez Márquez y el alcalde de la ciudad, Luis Gutiérrez.

Ante un recinto lleno de académicos, investigadores, autoridades, representantes de diversos centros de investigación de la región y estudiantes, Cabrero Mendoza expresó su confianza en que el congreso fortalezca la vinculación entre las comunidades matemáticas del continente, incrementa la movilidad de los científicos mexicanos, así como la recepción de investigadores de vanguardia en nuestro país; promueva a nivel internacional los posgrados mexicanos y apoye a estudiantes nacionales en el extranjero.

Apuntó que las matemáticas son el soporte para el desarrollo del cono-



La mesa de honor: Enrique Cabrero, director general del Conacyt; el gobernador del estado Miguel Márquez Márquez; José Antonio de la Peña, director del CIMAT y el alcalde de Guanajuato Luis Gutiérrez, entre otras personalidades. Foto: CMA2013.

cimiento en prácticamente cualquier campo del saber; interaccionan con otras ciencias para definir, determinar o mejorar diagnósticos, análisis, procesos y resultados; igualmente para entender y plantear soluciones a problemas complejos, lo mismo en la industria, que en la administración pública.

Llamó a reposicionar a las matemáticas como herramienta única para ayudar con las soluciones que lleven a elevar las condiciones de vida de la población y el desarrollo de las naciones del hemisferio.

Susan Friedlander, miembro del comité directivo del MCA y directora del Centro para la Ciencia Matemática Aplicada en Estados Unidos, dijo que los objetivos del congreso son ambiciosos: Resaltar la excelencia de los logros matemáticos en el continente americano y buscar la integración científica de todas sus comunidades.

José Antonio de la Peña agradeció la presencia de los funcionarios públicos en el evento: “Su presencia la entendemos como una muestra más del compromiso del país y de sus gobiernos en este congreso”.

Reconoció que ha sido un honor y un reto organizar el MCA2013 y recibir a cientos de matemáticos de la región latinoamericana y de algunos

otros lugares del mundo. “Este tipo de presentaciones y la discusión que inducen –dijo– forman la base de la validación de los resultados matemáticos y del establecimiento de vínculos de colaboración, ambos procesos vitales para el sano crecimiento de las matemáticas. La interacción entre matemáticos tanto a nivel nacional como internacional es el único camino para el desarrollo de nuestra ciencia”, resaltó.

La ceremonia de apertura sirvió de marco para la entrega del Premio MCA a cinco matemáticos por el impacto de su investigación: Andrés Ignacio Navas Flores (Chile), Eduardo Vasconcelos Oliveira Teixeira (Brasil), Alf Onshuus Niño (Colombia), Víctor Manuel Rivero Mercado (México), y Miguel N. Walsh (Argentina).

También fueron distinguidos con el Premio de las Américas, el estadounidense Herbert Clemens y la Unión Matemática de América Latina y el Caribe, por fomentar la colaboración y el desarrollo de investigaciones entre países de la región.

Por último, en reconocimiento a la contribución al desarrollo de las matemáticas, la Medalla Solomon Lefschetz fue otorgada a los investigadores Luis A. Cafarelli, de Argentina, y Jacob Palis, de Brasil.

Leer para aprender matemáticas



El doctor Samuel Gitler Hammer, miembro de la Academia Mexicana de Ciencias y de El Colegio Nacional. Foto: Foto: Gabriela de la Rosa/AMC.

Belegui Baccellieri

Para comprender cómo funcionan las matemáticas, lo primero que se necesita es aprender a leer, pues del entendimiento de un texto es posible apreciar y analizar un problema matemático, consideró el doctor Samuel Gitler Hammer, miembro de El Colegio Nacional y de la Academia Mexicana de Ciencias.

“El problema es que los niños en México no leen. Se necesita que sepan leer y esto implica no sólo juntar las letras, sino saber qué dice el texto. Unir letras lo hacemos todos, pero entender el mensaje es lo que tiene que cultivar el maestro en la escuela”, comentó el matemático del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados.

Tras su participación en el segundo ciclo de conferencias *Ciencia y Cultura para Juzgadores*, Gitler Hammer sostuvo que en la actualidad los niños no

leen nada y la razón de ello es clara porque en la casa, la mayoría de la gente no tiene libros, y es ahí donde igualmente la mayoría aprende a leer, pues ahí no solo se revisa lo que se enseña en la escuela, sino que se cultiva el gusto por leer. Así el horizonte se amplía y, en ese punto en México estamos en la calle.

Gitler Hammer recordó que en la década de los ochenta, cuando el gobierno de Miguel de la Madrid intentó establecer el libro único de texto, el primer borrador era tan malo que él estaba decidido a llamar “criminales” a los autores, pues en lugar de facilitar el aprendizaje de las diversas áreas del conocimiento, lo entorpecía.

“El libro único era una cosa vomitiva, salí tan enfermo de eso porque no entendí qué querían. Entonces dije que si ellos presentaban ese libro cometerían un crimen y yo haría lo

posible para denunciarlo y tratarlos como criminales”, comentó el especialista en topología.

“Afortunadamente la Secretaría de Educación hizo caso y nos pidió que cambiáramos lo que podíamos, por supuesto fue un parche”, sostuvo.

El caso del libro único dejó una profunda huella en el investigador emérito del Cinvestav, pues su principal problema era que contenía conceptos matemáticos incorrectos, “lo que era suficiente para tirarlo a la basura”, recordó.

“El maestro -explicó- escribía un problema para los niños de cinco renglones y, no miento, diez especialistas tardábamos más de cinco minutos en entenderlo porque estaba mal escrito, pues ni siquiera sabían escribir bien en español”.

Añadió que las matemáticas forman parte de un mundo ideal que debe ser aplicado en la vida real, por lo que siempre es necesario encontrar un punto medio.

El doctor Samuel Gitler ha trabajado a lo largo de su carrera en el estudio de la topología algebraica y sus aplicaciones en la topología diferencial. Hacia 1973 presentó, en colaboración con Edgar Brown, uno de los objetos matemáticos de mayor influencia en el desarrollo de la topología moderna: El Espectro de Brown-Gitler.

Se trata de uno de los especialistas más reconocidos de la matemática, no sólo en México sino a nivel mundial. Cuando se le pide un consejo para mejorar la enseñanza en esta disciplina es enfático en que: “Basta que la gente aprenda a leer en español y ello será ganancia. La matemática le va a venir después. Al leer se hace un análisis y eso es suficiente como preparación para entender la matemática”, expresó el investigador, estudioso de las propiedades intrínsecas de espacios de cualquier dimensión.

Expertos analizan como mejorar la enseñanza de las matemáticas

Alejandra Monsiváis Molina

“En la tienda me cobran diez pesos por comprar cuatro plumas, ¿cuánto pagaré si compro tres? De acuerdo con el Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes (PISA, por sus siglas en inglés), el 70% de los estudiantes de 15 años no es capaz de resolver problemas de ese tipo”, comentó José Antonio de la Peña, director del Centro de Investigación en Matemáticas, quien calificó como “grave” la incompetencia de los jóvenes para calcular una regla de tres.

Para el especialista, el bajo nivel de aciertos que obtienen, en diferentes grupos de edades, cuando se les aplican pruebas similares muestra una pobre cultura científica. “Esta falta de cultura científica es una de las múltiples manifestaciones del grave problema de preparación y de rendimiento escolar entre los jóvenes mexicanos”, aseguró De la Peña durante su participación en la mesa *Hacia dónde va la enseñanza de las matemáticas*, realizado el pasado 25 de abril en el Colegio Nacional, y organizado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, la Academia Mexicana de Ciencias y el Consejo Consultivo de Ciencias.

Es común que se responsabilice a alguien del bajo desempeño escolar, comentó De la Peña, “¿pero hasta dónde es culpa del maestro y hasta donde llega el problema al sistema educativo? Sin duda, hay que atender asuntos de formación y de capacidades de los maestros, pero también poner atención a la sobrecarga de contenidos curriculares que privilegian el manejo superficial de información y no desarrollan habilidades complejas”.

Al respecto, Carlos Bosch, del Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM), apuntó que la preparación académica de la mayoría de los maestros que imparten dicha materia



Los doctores, Carlos Bosch, Rodolfo Tuirán, Samuel Gitler y José Antonio de la Peña en la mesa *¿Hacia dónde va la enseñanza de las matemáticas?* organizada por el Conacyt, la AMC y el Consejo Consultivo de Ciencias. Foto: Gabriela de la Rosa/AMC.

es “inadecuada” para las necesidades actuales. Esto se debe, en parte, a los planes de estudio con los cuales se formaron; por ejemplo, en el caso de la Benemérita Escuela Nacional para Maestros, las matemáticas se imparten por muy pocos semestres.

“Afortunadamente las cosas están cambiando”, afirmó. Tal es el caso de las escuelas normales para maestros de primaria, en donde los planes de estudio ya incluyen cuatro semestres de matemáticas que contemplan aspectos de enseñanza y aprendizaje de aritmética, álgebra, geometría y procesamiento de la información estadística.

No obstante, advirtió que la implementación de los nuevos programas en las normales aún tardará en mostrar resultados, pues los maestros actuales se formaron con los antiguos planes de estudio. “Si bien nos va y si trabajamos intensamente, habrá un pequeño cambio en las evaluaciones internacionales dentro de diez años”, señaló.

En ese sentido, De la Peña comentó que estamos ante un problema de educación estructural y antiguo en la sociedad mexicana, por lo que ningún programa que se ejecute este año mejorará los resultados para el próximo. En el evento también se abordó el tema de los programas que existen en

distintas partes del país para fomentar y mejorar el desempeño en matemáticas, tanto de maestros como de alumnos. Muchos han sido exitosos hasta ahora, pero aún son insuficientes para incluir a los más de un millón 200 mil maestros de educación básica y media que hay en el país.

De esta manera, una de las medidas más subrayadas por los participantes fue identificar, replicar y dar continuidad a las buenas prácticas docentes; aumentar el número de programas que profundicen sobre la manera en cómo enseñar matemáticas; y revisar permanentemente las políticas educativas relacionadas con esta disciplina, coincidieron los especialistas.

Añadió que es pertinente desarrollar información y hacer investigación para “realmente” evaluar el desempeño de los maestros, así como definir conjuntos de estándares mínimos en cada región del país para maestros y alumnos de matemáticas de primaria y secundaria.

Finalmente, Rodolfo Tuirán Gutiérrez, subsecretario de Educación Media Superior de la SEP, enfatizó que la importancia de tomar cartas en el asunto es clara: “La alfabetización matemática es tan indispensable que constituye una condición fundamental para ejercer la ciudadanía de manera activa, crítica y responsable”.

Si a un estudiante le va bien en matemáticas, le va bien en todo

Fabiola Trelles Ramírez

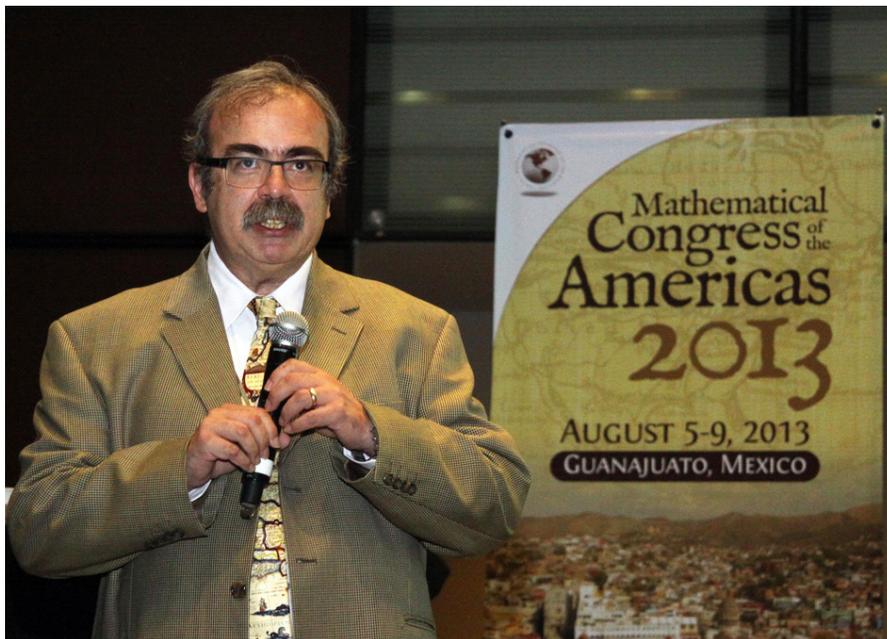
Las matemáticas son una herramienta que involucra el razonamiento, más que el aprendizaje de conocimientos específicos, por lo que faculta a las personas a resolver problemas de todo tipo, incluso los de la vida cotidiana.

Sin embargo, y pese a los beneficios que proporcionan, existe un extendido rechazo a su aprendizaje que, para revertirlo, requiere ser atendido desde varios frentes, uno de ellos es el que los padres de familia fomentan en los niños actitudes que hacen ver a esta ciencia como difícil, fría y fea.

Esta situación coloca en una paradoja a las matemáticas en nuestro país ya que, por otro lado, se busca darle mayor impulso y que se reconozca su relevancia en la sociedad.

Estas son algunas de las consideraciones que expuso el doctor José Antonio de la Peña, director del Centro de Investigaciones en Matemáticas, institución organizadora del Primer Congreso Matemático de las Américas, que se realiza desde el 5 y hasta el 9 de agosto en Guanajuato, Guanajuato.

El expresidente de la Academia Mexicana de Ciencias dijo que hay muchas razones para asegurar que las matemáticas han sido y son importantes: “En primer lugar, están en la base de todos los desarrollos científicos y tecnológicos, es decir, sin ellas no concebiríamos el mundo de la computación, de las telecomunicaciones, de la informática; no podríamos concebir el mundo moderno sin su uso, todas las ciencias conforme avanzan se van ‘matematizando’, esto muestra su relevancia, pero lo vemos también cuando se analizan los exámenes de estudiantes de secundaria con las evaluaciones internacionales como PISA (Programa Internacional



de Evaluación de Estudiantes)”. José Antonio de la Peña informó que en México hay unos 500 matemáticos profesionales dedicados a la investigación, pero son muchos más los que enseñan a nivel secundaria y preparatoria, sin embargo el número total es aún muy bajo, por lo que urge crecer de manera significativa en este campo. Foto: Diego Prado/AMC.

de Evaluación de Estudiantes)”. Añadió que en ese programa de la organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) se demuestra que el mejor predictor del aprovechamiento de un estudiante son las matemáticas. En general, dijo, si a un estudiante le va bien en esa asignatura le van bien en todo, es la única materia que tiene ese efecto, por lo que se necesita que se aprenda bien.

José Antonio de la Peña expuso que el rechazo que hay de manera un poco irracional a las matemáticas, a las que se les ve como difíciles y aburridas, es efecto de que no se enseñan bien. Indicó que esta situación no es exclusiva de México, sino que también se observa en naciones como Estados Unidos y Francia, que tienen una mayor tradición en matemáticas, pero también sufren en su enseñanza en los primeros años de

la escuela porque a los niños no les parecen interesantes. ¿Qué podemos hacer los padres de familia? -planteó el matemático- Para empezar, dijo, el trabajo es arduo y no hay nada que se pueda emprender a corto plazo para cambiar los resultados, al menos en las evaluaciones internacionales para el próximo año.

“Dije que el primer predictor académico del aprovechamiento de un estudiante es cómo le va en matemáticas; pues bien, el mejor predictor social de cómo le va a un estudiante en la escuela es qué tanto saben sus padres, su madre en particular, el grado de educación de ella impacta en el estudiante”, resaltó.

Aunque el padre también contribuye al aprovechamiento académico del estudiante, lo hace en un menor grado, ya que quien tiene una influencia muy importante en el aprendizaje de los niños es la madre, pues es quien

está con los alumnos mayor tiempo en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

“Esto no quiere decir que la influencia de las madres sea negativa, al contrario, es positiva pero no es lo suficientemente buena como pudiera serlo si ellas tuvieran un mayor grado de instrucción”, precisó.

Explicó que si comparamos el nivel educativo de México con el de otras naciones miembros de la OCDE, que es el club de países desarrollados del planeta, el nivel se observa pobre. Pero si lo comparamos solo con países de América Latina, México se encuentra a la cabeza. “Todo depende de con quién nos comparemos”.

Es por ello, precisó, que cuando se observan las evaluaciones de la OCDE de manera general, entonces México está al final del listado, pues

es así como está el nivel de estudios de la población.

“¿Qué vamos a hacer para conseguir que México avance en la educación? Pues necesitamos hacer que toda la población eleve su nivel educativo, que tenga más estudios, lo que podría conseguirse en 10 o 15 años más”, precisó.

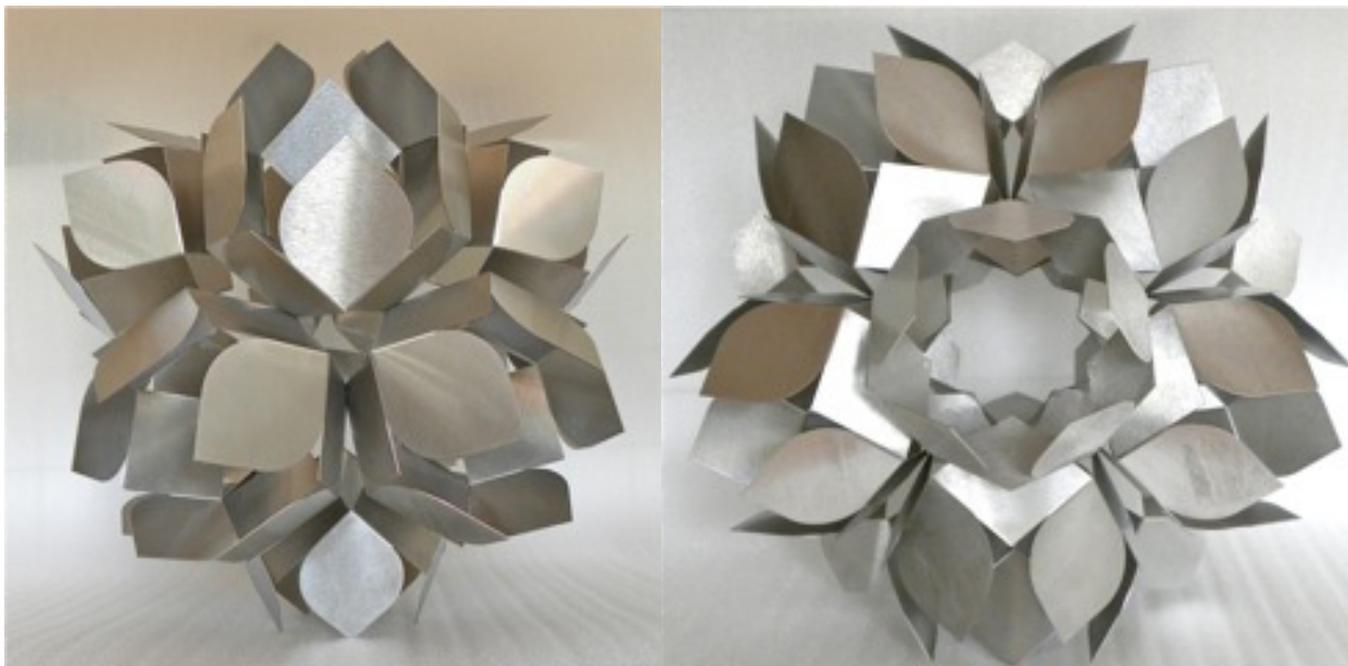
También sugirió emprender una campaña decidida a mejorar las condiciones académicas de los maestros de secundaria y primaria. Y, aseguró: “Si logramos capacitarlos de forma adecuada podremos lograr ese cambio que queremos y necesitamos como país.

José Antonio de la Peña mencionó que es un convencido de que, a nivel cerebral, la comprensión del lenguaje es lo mismo que la comprensión de

las matemáticas. Estos aspectos, dijo, van unidos y esto se puede ver en las evaluaciones internacionales, sobre todo en aquellas en las que la calificación que obtienen los países en matemáticas es la misma que en el conocimiento de la lengua nacional, lo cual, en su opinión, no es una coincidencia.

“Aprender a leer correctamente ayuda al aprendizaje de las matemáticas; y aprender matemáticas ayuda a la comprensión del lenguaje”, aseguró.

Y concluyó: “Hay quienes hemos pensado que se pueden tener cursos de matemáticas en primaria y secundaria sin mencionar un número (o números), sino simplemente aprendiendo a resolver problemas de otra manera como, por ejemplo, a través del juego como puede ser el ajedrez”.



Bente Simonsen es una artista y diseñadora gráfica danesa que trabaja con geometría, imágenes que engañan a la mente y esculturas de diferentes materiales como metal, papel y barro. Esta pieza titulada “Flowering Dodecahedron”, realizada en 2013 y que mide 50 x 50 x 50 cm, está formada por 12 dodecahedros de acero inoxidable soldados entre sí, para construir un florecimiento esférico. Foto: Cortesía Bente Simonsen.

Tendrá Oaxaca un centro Internacional de investigación en matemáticas

Podría ser a finales del próximo año o principios del 2015, cuando inicie operaciones en Oaxaca un centro internacional de investigación en matemáticas, proyecto en el que participan diversas instituciones como el Conacyt, el Cinvestav, la UNAM y el Cimat, y que se integrará a una red de lugares similares que ya están funcionando en Canadá.

La orientación que tendrá este centro será en la colaboración entre instituciones en el ámbito de la investigación y la formación de recursos humanos de alto nivel en el campo de las matemáticas.

Enrique Cabrero Mendoza, director del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, sostuvo que esta acción permitirá mejorar las capacidades que tiene México como país e impulsar a la ciencia, tecnología e innovación como una herramienta para proveer de bienestar a la sociedad y para que nuestro país transite a la economía y sociedad del conocimiento.

El anuncio de la creación de este Centro, lo hizo Cabrero Mendoza durante su intervención en la ceremonia de inauguración del *Primer Congreso Matemático de las Américas*, realizada el lunes pasado en el Auditorio del Estado de la ciudad de Guanajuato.

Luego, en entrevista, añadió que el lugar será un centro de animación y de discusión de alto nivel: “No habrá investigadores permanentes, serán itinerantes. Será un centro de convocatoria a diversos matemáticos del mundo para que cada semana, de las 52 que tiene el año, haya un evento diferente, además de talleres de trabajo de carácter internacional para académicos e investigadores”.

Sostuvo que es muy significativo que el nuevo centro esté en Oaxaca porque formará parte de una red de centros similares que hay en el mundo, uno de ellos en Canadá, en el estado de Alberta, la *Banff Internacional Research Station*, que convoca a científicos de diversas partes del mundo, y con el que México tiene una fuerte relación a través de sus grupos de investigación.

“Entonces -dijo- el hecho de que México, a través de Oaxaca, pueda recibir a grupos líderes en investigación en matemáticas va a ser muy interesante”. (AMM/FTR)

Hay matemáticas en las coincidencias

Se asegura que en México se le huye a las matemáticas, no obstante la charla abierta “Acerca de las coincidencias” de Persi Diaconis, atrajo a cerca de mil 500 personas que llenaron el auditorio de la Universidad de Guanajuato. Diaconis, uno de los matemáticos más reconocidos a nivel mundial y mago profesional, no hizo magia, pero a todos encantó.

Las coincidencias abundan en nuestra vida cotidiana. Nos fascinan, confunden y sorprenden. Son perturbadoras y molestas, incluso pueden alterar el curso de nuestras vidas, donde trabajamos y con quien vivimos, así como otras características básicas de nuestra existencia. “Pero en ocasiones un ligero pensamiento escéptico nos muestra que las cosas no son tan sorprendentes después de todo”. De esta manera comenzó su exposición en la que presentó algunas estrategias para pensar críticamente acerca de las cosas extrañas que nos ocurren y apasionan. Como ejemplo habló de lo que él llamo el “problema del cumpleaños”, que se pregunta sobre cuál es la probabilidad de que dos individuos de un grupo con cierto número de personas cumplan años el mismo día, un hecho que cuando llega a suceder, para algunos representa una rareza pero que para un matemático esto puede ser explicado con la teoría de la probabilidad.

Luego habló de las mentiras que decimos de manera inconsciente y de las percepciones, que toma como referencia para asegurar que las coincidencias ocurren en la mente de los observadores, porque en alguna medida estamos discapacitados por la falta de experiencia. También abordó los “trucos de magia” que se realizan con naipes, uno de los temas por los que su investigación es famosa y en el que ha podido concluir que “para mezclar bien la baraja, más de siete veces es innecesario; menos de siete insuficiente”.

“Esta última conclusión puede sonar sencilla, pero no lo es; requiere de una gran creatividad matemática llegar a ella”, reconoció Víctor Pérez Abréu, del Centro de Investigaciones en Matemática y miembro de la Academia Mexicana de Ciencias. Esta conferencia pública, la única considerada en el programa de actividades del Primer Congreso Matemático de las Américas, fue un éxito para los organizadores pues no solo reunió a investigadores, sino también a niños, estudiantes y padres de familia, que, atraídos por el prestigio del científico, respondieron de manera multitudinaria a la invitación. (AMM/FTR)

Teselaciones, arte y matemáticas

Belegui Baccellieri

Los diseños ornamentales en pisos, paredes, alfombras, telas, grabados que conforman diversas figuras que podrían seguir de manera infinita, intrincada y precisa, tienen un nombre: teselaciones, un patrón repetitivo de figuras geométricas, de animales o humanas, que están intercaladas entre sí y no dejan espacios libres, es decir, están ordenadas de forma continua, sin superponerse.

“Las teselaciones forman parte de nuestra vida y desde hace tiempo las hemos visto gracias a nuestra imaginación y el uso correcto de las matemáticas, la geometría y el arte”, explicó Sarah Pando Figueroa, de la Facultad de Ciencias de la UNAM, al participar en las conferencias de Domingos en la Ciencia, un programa de la Academia Mexicana de Ciencias, en el Museo Tecnológico de la Comisión Federal de Electricidad.

Para construir una teselación se requiere de matemáticas, de ciencia, pero sobre todo arte, pues se basa principalmente en el uso del hexágono —un polígono de seis lados y seis vértices.

Entre los ejemplos de estructuras de este tipo destacan los murales de Alhambra, en Granada, España.

En geometría es común el estudio de los movimientos que dejan invariante una figura, que no son otra cosa que un grupo de simetrías, pero estudiar los subgrupos que permiten rellenar periódicamente un friso o un plano completo, es decir un mosaico, es ir más allá, pues se ingresa al estudio de las teselaciones del plano.

Para rellenar un friso o un zócalo con figuras regulares e iguales hay una opción: los cuadrados; pero para rellenar el plano hay más.

De hecho, la única condición es que en cada vértice confluya un número entero de figuras, de donde se deduce que el ángulo formado entre dos lados consecutivos debe ser divisor de 360° .

Esto deja tres opciones: los cuadrados (90°), los triángulos equiláteros (60°) y los hexágonos (120°). Las posibilidades se multiplican si se com-

distintas de rellenar un friso, un zócalo o una franja y 17 distintas de rellenar el plano, rigurosamente demostradas, de acuerdo al autor no hay más. Fedorov se basó en el estudio de la cristalización en la naturaleza donde están presentes los 17 grupos.

Desde una perspectiva artística, uno de los creadores que más aprovechó las teselaciones fue el holandés Maurits Cornelis Escher, quien elaboraba teselados con figuras de animales y de humanos, lo que le hizo estar más en contacto con los matemáticos que con los artistas de su tiempo.

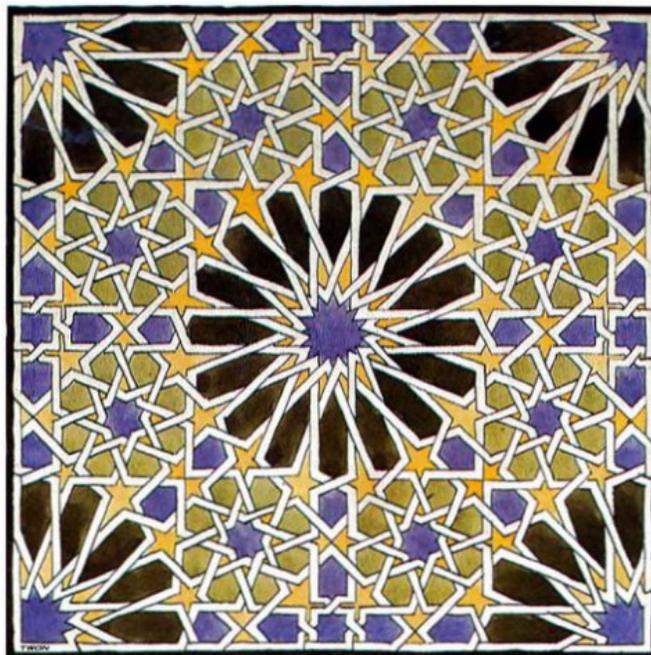
Las figuras de Escher recurren al uso de las formas y cómo aprovecha cada espacio libre para crear patrones definidos en sus más de 400 litografías y grabados, que no son otra cosa que creativos dibujos matemáticos.

Sarah Pando indicó que en este caso el arte ha sacado ventaja de las matemáticas desde hace mucho tiempo. “Una vez que nos damos cuenta de qué tan frecuentemente las utilizamos, las teselaciones dejan de ser algo extraño, inclusive se han creado programas de computación para que cualquiera que lo desee pueda armar su propio teselado”, comentó y recordó que estos patrones geométricos se han usado desde antiguas sociedades como la sumeria y la persa.

Reconoció que el uso de las teselaciones es una buena opción para acercarse a las matemáticas, una disciplina científica que se puede traducir como el arte de saber pensar, concluyó.

binan figuras, deformaciones varias o figuras no regulares.

Y ¿cómo se puede rellenar un plano? El cristalógrafo y matemático ruso Evgraf Fedorov resolvió esta pregunta en su artículo “Simetría de los sistemas regulares de las figuras” publicado en 1891. Hay siete formas



El matemático ruso Evgraf Fedorov demostró que hay siete formas distintas de rellenar un friso, un zócalo o una franja y 17 distintas de rellenar el plano. En la imagen, dibujo de mosaico de la Alhambra. M. C. Escher, 1922.



Roland Gagneux es un artista francés especializado en formas matemáticas. Su pieza: *Dual Snub Hexpropello Dodecahedron* realizada en 2011, es un poliedro de 420 caras talladas en laminado de madera de abedul finlandés con un diámetro de 60 cm. Foto: Cortesía del artista.

Con la colaboración científica, Francia y México retoman caminos que se habían extraviado



Los doctores Octavio Paredes López, Enrique Cabrero Mendoza y René Asomoza Palacio, acompañados por la embajadora Elisabeth Beton Delégue. Foto: Gabriela de la Rosa/AMC.

En medio de un ambiente de fraternidad y camaradería, el gobierno de Francia condecoró con el grado de Caballero de la Orden del Mérito a los científicos mexicanos: René Asomoza Palacio, Enrique Cabrero Mendoza y Octavio Paredes López, todos ellos miembros de la Academia Mexicana de Ciencias, en una ceremonia realizada en la biblioteca de la Residencia de Francia, el pasado 10 de junio.

La embajadora del país europeo, Elisabeth Beton Delégue, entregó el galardón que distingue los méritos extraordinarios a cada uno de los tres investigadores reconocidos, quienes durante la celebración estuvieron acompañados por miembros de la comunidad científica de Francia y México, así como por familiares y amigos.

Entre los presentes estuvo José Franco, presidente de la Academia Mexicana de Ciencias, quien se dijo complacido de que la relación franco-mexicana esté retomando caminos que se habían extraviado y celebró el reconocimiento a los investigadores mexicanos.

En la entrega de la insignia, Beton Delégue dirigió unas palabras de reconocimiento a la trayectoria científica de los galardonados. De ellos narró parte de la historia que cada uno vivió durante sus respectivas estancias en Francia, país que algunos eligieron para realizar sus estudios de posgrado, y la estrecha colaboración científica con instituciones francesas de todos ellos. “Esta noche me siento particularmente orgullosa de ser anfitriona en esta casa de tres personalidades tan eminentes en el mundo académico mexicano”. Tras su discurso, la embajadora impuso la insignia a cada uno de los investigadores

mexicanos, quienes también tuvieron palabras de gratitud por la distinción. En su momento cada uno recordó algunos de los momentos de sus estancias en tierras galas, y de cómo esa experiencia académica influyó en su quehacer científico e impactó sus vidas.

El primero en hablar fue el doctor René Asomoza, director general del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, quien mencionó que luego de la preparación profesional que adquirió en Francia, donde tuvo oportunidad de trabajar al lado de Albert Fert, Premio Nobel de Física 2007, ha logrado mantener una constante relación con ese país.

Dijo que en décadas recientes se ha incrementado la relación Francia-México, muestra de ello es que poco más de 2 mil 600 estudiantes mexicanos se encuentran en Francia, siendo uno de los tres principales destinos educativos para los alumnos mexicanos, junto con España y Estados Unidos; mientras que en México se encuentran cerca de mil 500 estudiantes franceses, lo que la convierte en la primera comunidad extranjera. Por su parte, el doctor Enrique Cabrero, director general del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, aseguró que recibir una distinción de un país que respeta y admira es especialmente significativo. Añadió que Francia es una nación que le enseñó al mundo la democracia moderna en medio de monarquías reinantes, un país que contribuyó a la instauración del Estado moderno, laico, socialmente responsable, libertario y a favor de la fraternidad. Un promotor de la sociedad del conocimiento por la vía de la educación, investigación y cultura, preocupado por la justicia y serenidad geopolítica, por la sabiduría diplomática.

“Esta condecoración me colma de satisfacción por el respeto que genuinamente me impone la ciencia francesa, particularmente la sociología francesa, por una visión de la administración del gobierno que Francia ha profesado desde hace varios siglos. En mis estudios de doctorado y en múltiples oportunidades de colaboración con colegas franceses he podido madurar un mejor entendimiento respecto a las estructuras de gobierno verticales burocráticas y complejas que caracterizan a nuestros dos países”.

Octavio Paredes, ex presidente de la AMC e investigador de la Unidad Irapuato del Cinvestav, fue el último en hablar, lo hizo en francés y en español. Reconoció que en México se sigue con atención los campos en los que la Francia actual sigue haciendo aportaciones sobresalientes en los terrenos académicos, científico y de innovación; así como su larga experiencia en la transferencia de conocimiento. (FTR)

Acuerdan proyectos conjuntos Academias de Ciencias de México y Francia



José Franco y Catherine Bréchnignac durante el encuentro que sostuvieron en el Foro franco-mexicano para la investigación y la innovación. Foto: Gabriela de la Rosa/AMC.

La Academia de las Ciencias de Francia y la Academia Mexicana de Ciencias, a través de sus respectivos titulares, Catherine Bréchnignac y José Franco, dieron los primeros pasos para concretar acuerdos de colaboración a través de tres proyectos que beneficiarán a diferentes sectores y actividades de ambos países.

La reunión realizada por las dos Academias se produjo al finalizar el primer día de actividades del “Foro franco-mexicano para la investigación y la innovación”, inaugurado el pasado 10 de junio en la Secretaría de Relaciones Exteriores por la embajadora de Francia en México, Elisabeth Beton Delègue; Enrique Cabrero Mendoza, director general del Conacyt; y Juan Manuel Valle Pereña, director ejecutivo de la Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo.

En ese marco, Franco y Bréchnignac se reunieron en privado y adelantaron que el primero de los proyectos entre ambas Academias será establecer un intercambio académico a través de becas con estancias de hasta dos meses; el segundo buscará desarrollar un programa de difusión científica dirigido a jóvenes y niños; y el tercero permitirá la elaboración de documentos conjuntos de interés global para los tomadores de decisiones de los dos países.

De esta forma, la Academia Mexicana de Ciencias y la Academia de las Ciencias de Francia confían en que con estas iniciativas el intercambio de experiencias y colaboraciones sea más activo, favorezca y estreche aún más los lazos de cooperación, y ayude a la construcción de una sociedad y economía del conocimiento. Catherine Bréchnignac, resaltó el nuevo impulso en la dinámica que

tiene la CTI en nuestro país: “México tuvo periodos de calma y ahora posee un muy fuerte impulso y nuestro papel es cooperar y trabajar con nuestros países para que tengan mejores cosas”.

Mencionó que los temas que se deben considerar como indispensables para las ciencias en el futuro son los relacionados con la biología, salud, ciencias naturales; así como informática, matemáticas, las áreas relacionadas con energía, medio ambiente, cambio climático “en las que no tenemos que atrasarnos, son temáticas que tenemos que desarrollar ahora.”

“Espero que la relación de colaboración entre Francia y México en el futuro sea mucho mejor, porque todos los actores de la investigación francesa están aquí. Se hizo una gran e importante movilización y este Foro nos va a permitir ver todo lo que ha pasado anteriormente con los proyectos que hemos llevado de manera conjunta”.

Por su parte la embajadora de Francia en México, Elisabeth Beton, dijo durante la inauguración del Foro, que la realización del encuentro llega en un momento particularmente adecuado en las relaciones de ambos países.

“Me gustaría hacer hincapié en que el desarrollo de nuestras colaboraciones debe hacerse sobre la parte de la reciprocidad, la complementariedad y la excelencia científica, tres aspectos que constituyen la piedra angular de una relación sólida y fructífera para las dos partes, tres nociones que deben caracterizar a nuestros acuerdos de colaboración, programas conjuntos de apoyo y proyectos de investigación”, comentó.

Enrique Cabrero Mendoza, director de Conacyt, dijo que el “Foro franco-mexicano para la Investigación y la Innovación” representa una buena oportunidad para reunir a dos sistemas que muestran el gran potencial que representa, hacia el corto y mediano plazos, la colaboración en investigación científica y desarrollo tecnológico para las comunidades de ambos países.

“Nos plantea un gran reto -señaló- para el sector y la oportunidad de revisar puntualmente qué hemos realizado los últimos años, qué hemos logrado y, más importante aún, qué impactos ha tenido la colaboración entre ambas naciones, no solo en el sector científico y tecnológico *per se*, sino a la sociedad y economía de las dos naciones. Sin duda alguna es este impacto el que debe marcar todas las acciones que se lleven a cabo. Los resultados del ‘Foro franco-mexicano para la tecnología e innovación’ nos marcarán los ejes rectores de la agenda estratégica del futuro de nuestros países en el campo de la CTI, sin duda alguna”, concluyó. (FTR)

El nuevo Comité de Integridad Científica de la AMC un servicio a la sociedad

El Comité de Integridad Científica (CIC) de la Academia Mexicana de Ciencias, que entró en funciones en febrero pasado, dará solidez y fortaleza a su membresía, pues busca mantener la ética y el respeto a las reglas en el trabajo académico, así como promover la excelencia, la creatividad y la imaginación del quehacer científico. Su creación en el seno de la AMC, se debe a que esta asociación tiene una autoridad moral que la obliga a participar en el diseño de normas de esta naturaleza, porque de esa manera cumple con un servicio a la sociedad, aseguró Soledad Loaeza Tovar, primera en ocupar la presidencia del CIC.

“La trascendencia de este Comité tiene que verse en dos sentidos. En primer lugar destacar la importancia de una comisión con sus características en una comunidad académica como la nuestra y, en segundo, reconocer la necesidad de la existencia de órganos de este tipo, porque hay que hacer explícitas las reglas del trabajo académico, pensando sobre todo en el futuro, para que los investigadores más jóvenes tengan ese marco de referencia general que a veces hace tanta falta”, añadió.

La profesora-investigadora de El Colegio de México apuntó que este nuevo organismo puede convertirse en un referente general para otras comunidades e instituciones, pues en su opinión en México hace falta hacer explícitas estas normas, pues no todo mundo está muy seguro de saber qué son y en qué consisten, por ello consideró necesario hacerlas claras prácticamente para cualquier terreno.

El Comité de Integridad Científica quedó conformado de acuerdo con su estatuto por nueve integrantes: Soledad Loaeza Tovar (presidenta), Dante Morán Zenteno (secretario),

Juliana González Valenzuela, María Esther Ortiz Salazar, José Ramón Cossío Díaz, Juan Pedro Laclette San Román, Rubén Lisker Yourkowitzky, Adolfo Martínez Palomo y Ricardo Tapia Iburgüengoitia. Los cargos de presidente y secretario tendrán una duración de dos años.

La idea de conformar el Comité de Integridad Científica surgió en la presidencia de Juan Pedro Laclette y fue en la asamblea general de la Academia celebrada el 8 de mayo de 2008 que se aprobó su creación. En enero de 2010, durante la gestión de Rosaura Ruiz, se formalizó la integración del Comité, y en la actual presidencia de José Franco entró en funciones.

Si bien los casos de faltas a la ética científica son poco frecuentes en nuestro medio, Soledad Loaeza estimó que aún cuando la membresía de la AMC está comprometida con el rigor científico, con la veracidad de las investigaciones y la seriedad en el manejo de evidencia, la existencia de un código que abarque las ciencias exactas, naturales y sociales, era necesaria y el Comité, dijo, tiene la responsabilidad de hacerlo explícito y codificarlo.

“Es preciso decir que las sanciones están consideradas en caso de comprobarse la violación al reglamento. En este punto quiero subrayar que lo que afecta a los académicos es la sanción moral y creo que entre el tipo de penalizaciones que pudiera aplicar el Comité, la más importante recaerá en el orden moral”, expuso la académica.

“Los problemas más recurrentes en nuestra comunidad en términos de ética científica tienen que ver con el plagio (que la Real Academia Española de la Lengua define como copia de una obra ajena que se presenta como



Soledad Loaeza Tovar, presidenta del Comité de Integridad Científica de la AMC. Foto: Archivo AMC.

propia), un tema que está presente no solo entre nosotros, sino en todas partes del mundo”, reconoció.

El plagio, sostuvo, no solo preocupa por su frecuencia en el mundo, también porque se trata de un problema moral. Como lo es igualmente la alteración de resultados de una investigación o de un experimento. Loaeza Tovar dijo que problemas de esta naturaleza el Comité deberá resolver y al enfrentarlos protegerá justamente la creatividad, la innovación y promoverá la excelencia.

Bajo las normas del CIC, que serán de observancia exclusiva y obligatoria para la membresía, el denunciante presentará la denuncia al presidente en turno de la Academia, quien a su vez la entregará al Comité de Integridad Científica. La denuncia deberá estar acompañada con pruebas documentales en apoyo, elementos suficientes y probatorios para que el Comité examine el caso.

Por último, manifestó su confianza en que el Comité funcionará muy bien debido a que quienes ahora lo conforman se conocen desde hace tiempo y comparten mucho en común, así como con el resto de la membresía de la Academia. (FTR)

Mexicanos obtienen medallas de oro y bronce en la X Olimpiada Internacional de Geografía



Andrés Fernández Macías, del Distrito Federal, ganador de medalla de oro en la X Olimpiada Internacional de Geografía. Foto: Gabriela de la Rosa/AMC.

Miriam Montserrat Gómez Mancera

Con aplausos, muestras de afecto y pancartas fue recibido el equipo que representó a México en la X Olimpiada Internacional de Geografía Kyoto 2013, donde Andrés Fernández Macías, del Distrito Federal, obtuvo la segunda medalla de oro en la historia de la participación mexicana en el certamen.

“Me siento muy contento, fue una experiencia muy padre. Hubo muchos exámenes y también una gran cantidad de cosas que hacer, pero al final se obtuvieron buenos resultados. Este año nos preparamos bastante bien, le echamos ganas”, dijo Andrés respecto de su participación.

Marcos Aguilar Ortiz, de Monclova, Coahuila, ganador de la presea de bronce, la quinta para nuestro país en este concurso que congrega a estudiantes provenientes de todo el mundo, comentó que la experiencia fue fantástica: “Aprendimos muchas cosas, conocimos mucha gente, nos divertimos y, sobre todo, dimos lo máximo, pusimos todo en la competencia y hubo buenos resultados. Estoy muy contento”.

La Olimpiada Internacional de Geografía, que se realizó del 30 de julio al 5 de agosto, es organizada por la Unión Geográfica Internacional y en ella participan estudiantes de entre 16 y 19 años, que aún no cursan la licenciatura.

Sobre el desarrollo de la competencia, Andrés Fernández comentó que la parte más complicada fue la prueba de campo. “La primera parte fue algo nuevo, tuvimos que hacer un diagrama de corte vertical con los datos de las diferentes altitudes del terreno a estudiar, nunca habíamos hecho algún ejercicio parecido a eso, entonces fue interesante enfrentar ese reto”.

Fernández, quien ha participado en otros dos certámenes en Alemania en el 2012 y en el Campeonato Internacional de *National Geographic* en Estados Unidos en el 2011, invitó a los estudiantes a participar en la olimpiada que organiza a nivel nacional la Academia Mexicana de Ciencias: “Si alguien lee esto o lo escucha y si le gusta la geografía, que lo intente, vale la pena, no se va a arrepentir”.

Sobre el grado de dificultad de la competencia, Marcos Aguilar expresó que se sintió un poco nervioso por la calidad del concurso, por el alto nivel de conocimientos de los participantes, “todos los que asisten son muy buenos, los mejores de todo el mundo, pero nosotros también tuvimos nivel y las mismas posibilidades de lograrlo”.

Dijo que después de esta experiencia su siguiente objetivo será estudiar ingeniería electromecánica, “pero antes me iré de intercambio a estudiar alemán un año”.

“Me gustaría agradecer a todos los que me asistieron en mi preparación y a la Academia Mexicana de Ciencias por haberme dado la oportunidad de participar”, añadió.

En una evaluación general de la participación del equipo mexicano, el doctor Fernando García García, director del programa de la Olimpiada Mexicana de Geografía y quien acompañó a la delegación mexicana, comentó:

“Esta fue una de las mejores participaciones que hemos tenido. El promedio de calificación, contando el promedio de calificaciones por equipos, México quedó en el quinto lugar de 32 participantes. Hubo un muy buen desempeño en el trabajo de campo, normalmente no es nuestro fuerte, entonces creo que eso fue muy importante para obtener los resultados que tuvimos”, destacó.

Mencionó que era necesario resaltar que es la segunda medalla de oro que obtiene México en toda la historia de sus participaciones en esta competencia, y después de cinco asistencias a la olimpiada internacional se han cosechado dos medallas de oro, dos de plata y cinco de bronce.

“La diferencia -destacó- la marcó el trabajo de campo, la preparación que tuvieron no fue mayor que en otras ocasiones, sin embargo, creo que hicieron un buen papel en esa parte y fue lo que hizo la diferencia definitivamente. Además, los muchachos se portaron muy bien, se aplicaron mucho”.

La experiencia académica de los competidores en la Olimpiada Internacional de Geografía Kyoto 2013 se enriqueció con paseos culturales, en los cuales tuvieron la oportunidad de conocer algunos lugares de la histórica ciudad de Kyoto, así como el centro de conferencias donde se firmó el Protocolo de Kyoto, lugar donde se llevó a cabo la ceremonia de premiación, entre otros sitios de interés.



Galardona a mexicano Unión Geofísica Americana

Durante su reunión de otoño, la Unión Geofísica Americana entregará sus premios a la excelencia académica y periodismo científico, y entre los galardonados este año destaca el investigador mexicano Jaime Urrutia Fucugauchi, miembro de la Academia Mexicana de Ciencias. A través de su sitio de internet, la AGU dio a conocer el pasado 30 de julio la lista de futuros galardonados en la ceremonia que realizará el próximo 11 de diciembre en San Francisco, California, en ocasión de la 46 reunión anual de la organización.

Gana México dos medallas de bronce en la Olimpiada Internacional de Química

Julio César Gaxiola López, de Sinaloa, y Arturo Martínez Flores, de Michoacán, obtuvieron cada uno medalla de bronce en la XLV Olimpiada Internacional de Química (ICHO2013), que se realizó del 15 al 24 de julio en Moscú, Rusia. En esta edición participaron más de 300 alumnos provenientes de 77 países. Con estas dos preseas, México tiene un total de 31 medallas de bronce, siete de plata y 13 menciones honoríficas, en las 22 ediciones de las 45 que lleva hasta ahora lleva celebradas esta Olimpiada Internacional.



Logran mexicanos sexto lugar en el certamen de National Geographic

Cristina Sánchez Villarreal, Miguel Ángel Puente Montañez y Daniel Murillo Benítez regresaron al país orgullosos por el resultado obtenido durante su participación en el décimo primer Campeonato Mundial de Geografía organizado por *National Geographic* en San Petersburgo, Rusia. Con la participación de 18 equipos formados por estudiantes de entre 12 y 16 años de edad en este certamen internacional, el equipo mexicano ocupó el sexto lugar junto con China Taipei. El primer sitio lo obtuvo Estados Unidos, al que le siguieron Canadá, India, Rusia y Australia.

Se reúnen participantes del XXIII Verano de la Investigación Científica

Con un reconocimiento a la participación femenina por su presencia mayoritaria, el doctor José Franco, presidente de la Academia Mexicana de Ciencias, dio la bienvenida a poco más de 400 universitarios participantes del XXIII Verano de la Investigación Científica, jóvenes estudiantes que se comprometieron a ser promotores de dicho programa en sus comunidades y centros de estudios, tras coincidir en que pasar siete semanas haciendo investigación al lado de científicos de gran nivel ha sido una experiencia trascendental en su formación.



CONFERENCIAS MIEMBROS CORRESPONDIENTES

Con motivo de su ingreso a la Academia Mexicana de Ciencias como Miembro Correspondiente

La Academia Mexicana de Ciencias y el Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación (IISUE) de la UNAM invitan a la conferencia dictada por el
DR. CARLOS TORRES NOVOA

“El neoliberalismo como un nuevo bloque histórico.

Un análisis Gramsciano del sentido común neoliberal en educación”

Miércoles 14 de agosto de 2013, 12:00 horas

Auditorio “José María Vigil” del Instituto de Investigaciones Bibliográficas. Unidad Bibliográfica,
Centro Cultural Universitario, Ciudad Universitaria, C.P.04510 México, D.F.

Informes: Academia Mexicana de Ciencias tel: (55) 58 49 55 21 claujv@unam.mx



ciencia

Revista de la Academia Mexicana de Ciencias

Novohispanos en la Italia del siglo XVIII

Vegetación y viajes en la selva seca veracruzana

Lagartijas cola de látigo

Inquietudes cósmicas



\$40.00 MN
ISSN 1403-6590

www.revistaciencia.amc.edu.mx



En este número:

- *El cine en América Latina*
Lauro Zavala
- *Mexicanismos escritos por españoles en documentos del siglo XVI*
Virginia Vargas Rangel
- *Novohispanos en la Italia del siglo XVIII*
Alfredo de Micheli y Raúl Izaguirre Ávila
- *La vegetación y los viajes en la selva seca veracruzana*
María Toledo Garibaldi y Guadalupe Williams-Linera
- *Lagartijas cola de látigo*
Martha Anahí Güizado Rodríguez y Gustavo Casas Andreu
- *El cultivo moderno del anturio*
Guadalupe López-Puc, Marco Antonio Ramírez-Mosqueda e Hilda Eulalia Lee Espinosa
- *Tecnología, sociedad y medio ambiente*
María Concepción Martínez Rodríguez
- *¿Qué son los protoplastos y para qué sirven?*
Wilberth Poot-Poot y Teresa Hernández-Sotomayor
- *La fascinación de la vida latente*
Manuel Servín-Massieu
- *Inquietudes cósmicas fundamentales*
Erel Yevi Ocegüera Ponce



boletin@amc.edu.mx www.amc.mx

58-49-49-04, 58-49-55-22