SUMA 51
Febrero 2006, pp. 77-87

mathExpo ¿Por qué las Matemáticas?

http://www.mathex.org/MathExpo/EsHomePage?setskin=es

mathExpo ¿Por qué las Matemáticas? es una exposición internacional iniciada y realizada con el patrocinio de la UNESCO.

Contenido

Para que sea accesible a un público joven, la exposición se limita, en su primera versión, a una docena de temas tratados bajo la forma de experiencias interactivas, objetos, imágenes, vídeos, simulaciones numéricas y demostraciones comentadas.

Los textos que acompañan la exposición se redactan en dos lenguas, francés e inglés (u otras opciones dependiendo el país donde se presente la exposición, como por ejemplo, español, portugués, etc.).

Talleres, conferencias, debates, catálogos, referencias bibliográficas e históricas completan la exposición.

Los temas

Formas de la naturaleza
¿Cómo pavimentar?
¿Cómo llenar el espacio?
Puntos, líneas y colores
Números y códigos secretos
¿Qué se puede calcular hoy?
Las casualidades de la vida
Orden y caos
¿Cómo optimizar?
De Pitágoras a Wiles...
Arte y Matemáticas
Asombroso, ¿no?

Público a quien va dirigida

La exposición está particularmente dirigida a un público joven y a su entorno inmediato, padres y profesores, pero por su propia concepción debería interesar al gran público que demanda información sobre las ciencias en general y sobre las Matemáticas en particular.

Jacinto Quevedo Sarmiento
museos.suma@fespm.org

Formato propuesto

La exposición está concebida para ser presentada de forma homogénea en una sala de entre 200 y 400 m^2. Consta de paneles, experiencias y objetos manipulables creados por el Centre Sciences, el Palais de la Découverte y el laboratorio del profesor Jin Akiyama, animaciones interactivas sobre pantalla y folletos. La exposición es fácilmente transportable y a adaptable a distintas ubicaciones.

Origen del Proyecto

Para continuar las acciones emprendidas en el año 2000 por la UMI –Unión Matemática Internacional– con el apoyo de la UNESCO, Madame Minela Alarcón, encargada de las Ciencias de la UNESCO, ha propuesto un proyecto de exposición internacional itinerante sobre las Matemáticas.

Las Matemáticas forman parte de nuestra vida cotidiana: la utilización de un teléfono, de una tarjeta de crédito, de un medio de transporte, así como la previsión del tiempo y muchas otras actividades esconden Matemáticas que han perdido su visibilidad. Las Matemáticas pertenecen al patrimonio cultural de la humanidad, como testimonian los programas escolares y universitarios. Partiendo de estas reflexiones se han hecho esfuerzos (Sociedad Matemática Europea y muchas sociedades nacionales de Matemáticas), por mejorar la imagen de las Matemáticas entre el gran público: los carteles sobre las *Matemáticas en la naturaleza* y *Las Matemáticas en la vida cotidiana* destacan entre estas acciones.

Esta serie de carteles y los folletos asociados, así como las acciones desarrolladas en Japón en el ámbito de la popularización de las Matemáticas está en el origen de este proyecto. A partir del material existente, un equipo formado por animadores del Año Mundial de las Matemáticas y por un grupo de matemáticos japoneses bajo la dirección del profesor Jin Akiyama comenzó a definir los objetivos de la exposición. De los trabajos de este grupo, al que se unió el *Centre Sciences* de Orleáns, surgió a la idea de una gran exposición internacional sobre las Matemáticas, exposición que naturalmente se inscribe dentro del marco de misiones culturales y científicas de la UNESCO.

Grupo de Trabajo

La dirección científica está a cargo de Minella Alarcon, responsable de las Ciencias de base en la Unesco y Mireille Chaleyat-Maurel, vicepresidente del Comité Rpamath de l'EMS.

En colaboración con Michèle Artigue, Vicepresidente ICMI; Jin Akiyama, Universidad Tokai, Tokyo; Mari-Jo Ruiz, Universidad de Manila, Filipinas; Jean Brette, Palais de la Découverte; Michel Darche, Centre Sciences; Gérard Tronel, Año Mundial de las Matemáticas. Y el *Centre Sciences*, Ccsti de la región Centro (Francia), que se encarga de la implementación y coordinación de las diferentes acciones.

Las referencias

Centro de Ciencias, CCSTI de la región Centro
Ha concebido y realizado numerosas exposiciones interactivas, entre ellas *Horizontes matemáticos* (premio D'Alembert de Matemáticas 1984 y que circuló por varias Comunidades Autónomas españolas) y *Maths 2000*, dos series de carteles, *Matemáticas en la Naturaleza* y *Matemáticas en la vida cotidiana*, presentados en cuarenta países y un folleto realizado con el apoyo de la Sociedad Matemática Europea y la Comisión Europea.

Laboratorio de investigación sobre la Educación, Universidad Tokai (Tokyo-Japón)
Dirigido por el profesor Jin Akiyama, que ha realizado una colección importante de objetos matemáticos y manipulaciones presentadas en dos exposiciones en Manila (Filipinas) y Seúl (Corea). En estas obras se basan los equipamientos de los museos japoneses de Matemáticas, especialmente el museo de Shizuoka (Fuji).

Sociedad Matemática Europea
Ha realizado, para el Año mundial de las Matemáticas, una serie de carteles difundidos, en 400 ejemplares, en más de una veintena de países. La participación activa y el apoyo del Comité - RPMAMath - han permitido al grupo de animación del Año Mundial de las Matemáticas realizar y difundir, en más de 10000 ejemplares, un folleto sobre *Las Matemáticas*

de la vida cotidiana. Este comité ha organizado un concurso de carteles sobre las Matemáticas en el año 2000; con los premiados se ha hecho una exposición que se ha exhibido en las grandes ciudades de Europa.

Grupo de animación del Año mundial de las Matemáticas
Entre las acciones realizadas por Mireille Chaleyat-Maurel, Catherine Goldstein, Jean Brette y Gérard Tronel destacan los carteles expuestos en el metro de París, el diseño y difusión de carteles y el folleto sobre *Matemáticas de la vida cotidiana*. Por el conjunto de sus actividades desarrolladas en el año 2000 el grupo obtuvo el premio D'Alembert 2002.

¿Por qué una exposición de Matemáticas?

La exposición propone mostrar que las Matemáticas son asombrosas, interesantes y útiles, son accesibles a todos, están muy presentes en la vida diaria, desembocan en numerosos oficios, y juegan un importante papel en nuestra cultura, desarrollo y progreso.

Actualidad de la Exposición
Durante el año 2005 la exposición se ha presentado varias veces. Hubo una presentación en Pekín entre los meses de mayo y junio. Después circuló por África Austral: Sudáfrica en Sci-Bono Discovery Center Johannesburgo, Kimberley, Ciudad del Cabo, Potchefstroom, Richards Bay. Y después en Mozambique en octubre y noviembre 2005 y Namibia en febrero y marzo 2006.

Presentaciones previstas en 2006
Madrid, durante el Congreso Internacional de Matemáticos (ICM2006) desde junio a septiembre. Lyon, ENS-Lyon en Octubre-Noviembre. Se prevén otras presentaciones en los países de la Comunidad Europea, en el Magreb, en Sudamérica, Asia y Oceanía.

Presentamos aquí más información sobre cada tema y cada experiencia de la exposición.

Leer la naturaleza

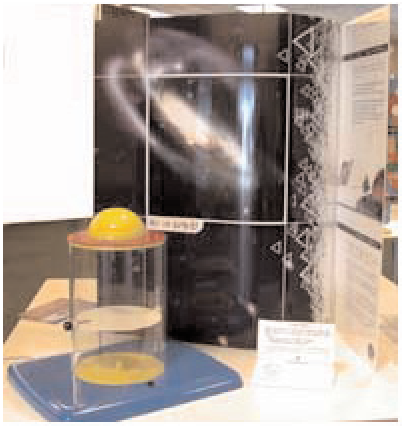
Pautas en la naturaleza
¿Por qué una burbuja de jabón flota en el aire con una forma de esfera perfecta? ¿Por qué la naturaleza crea estructuras regulares y movimientos tan predecibles como la gravedad? Los matemáticos y los físicos utilizan modelos sencillos: círculos y esferas, cuadrados y cubos, hélices, conos... Sin embargo, el telescopio y el microscopio revelan que tanto en lo infinitamente grande como en lo infinitamente pequeño, la naturaleza tiene formas más complejas: espirales, fractales... Las Matemáticas, los números, las ecuaciones diferenciales, nos permiten entender mejor la vida en la Tierra o la estructura del Universo.

¿Es el mundo fractal?

¿Cómo se puede representar la forma de un río serpenteante o de una costa escarpada? ¿La forma de una nube, una llama o una soldadura? ¿Es posible determinar las dimensiones de las galaxias en el Universo? ¿Podemos modelar la ramificación intrincada de la actividad en la web mundial? Observa una hoja de helecho; está construida sobre una repetición del mismo motivo a escalas cada vez más pequeñas. Este tipo de estructura, que aparece a menudo en la naturaleza, llevó a Benoît Mandelbrot a desarrollar la Geometría Fractal. Un fractal es una forma similar a sí misma cuyas partes reproducen una versión más pequeña del todo.

¡Todo en órbita!

¿Como se podría describir las órbitas de los planetas?¿Son satélites naturales o artificiales? Kepler demostró que estas órbitas eran conos, elipses, parábolas, hipérbolas. Los cometas que aparecen cada cierto tiempo tienen también órbitas elípticas. Un satélite se puede librar de la atracción del sistema solar dejando que su órbita elíptica siga una trayectoria hiperbólica. Con el fin de seguir y dirigir los movimientos de muchos satélites artificiales que rodean la Tierra, utilizamos rosarios de antenas parabólicas.



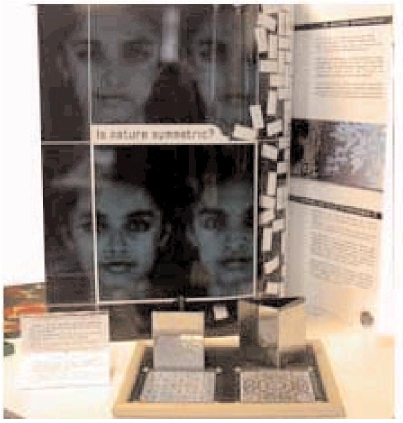
Teselados y simetrías

Técnicas de teselación

¿Se puede cubrir un suelo con baldosas de cualquier forma sin dejar ningún hueco o superposición? Podría funcionar con muchas formas, como por ejemplo con el pentágono regular, pero no con todas. Los modelos de embaldosados que se repiten por translación son los que mejor conocemos y sus simetrías permiten la creación de 17 tipos diferentes de modelos. La investigación de estos tipos de embaldosados y sus simetrías se basan en la *Teoría de Grupos* concebida por Evariste Galois. Si queremos embaldosar más libremente y no periódicamente, la investigación se halla todavía lejos de estar acabada. Entonces, ¿es posible embaldosar utilizando sólo una forma? ¡Es un misterio! Los modelos de embaldosados encuentran aplicaciones Matemáticas, cristalografía, códigos, física de partículas ...

¿Es la naturaleza simétrica?

¿Por qué la doble hélice del ADN siempre gira en la misma dirección? ¿Por qué un rostro humano y su reflejo en el espejo no son superponibles? Desde lo infinitamente pequeño hasta lo infinitamente grande, las simetrías aparecen en muchos modelos matemáticos. Sin embargo, la naturaleza raras veces presenta simetrías perfectas. Algunas se nos escapan y otras son idóneas para asumirlas como perfectas. Son mucho más frecuentes las formas vivas que giran hacia la derecha. Esta tendencia a la asimetría se debe al azar o a la propia asimetría de las fuerzas físicas: la pregunta sigue sin respuesta.



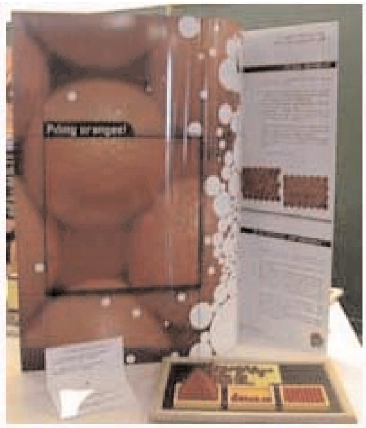
¿Dónde estoy?

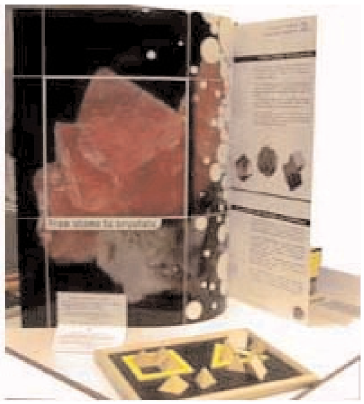
¿Cuántos satélites necesitamos alrededor de la Tierra para saber donde estamos en todo momento? Tres son suficientes. Miden la distancia entre ellos y el objeto que siguen (un cuarto satélite ofrece una corrección temporal que mejora la precisión). El objeto por localizar está equipado con un receptor portátil que comunica con los satélites mediante ondas electromagnéticas. Su posición se encuentra en la intersección de 3 esferas centradas cada una en uno de los satélites y su radio es la distancia desde el objeto. El GPS (Sistema de Posicionamiento Global), los sistemas rusos –y pronto el sistema Europeo Galileo– nos permiten saber dónde nos encontramos en todo momento.

Llenar el espacio

Apilar naranjas

¿Cómo apilar naranjas ocupando el mínimo volumen posible? En los mostradores, las naranjas ocupan el 74% del espacio. Se trata del empaquetado cúbico de cara centrada bien conocido por los cristalógrafos. Kepler consideró, cuatro siglos atrás, que este enfoque era el mejor. No se pudo probar hasta 1998, mediante el estudio de más de 5.000 casos diferentes con la ayuda de ordenadores. Este problema de la vida cotidiana cuenta con aplicaciones que incluyen el estudio de estructuras cristalinas y la teoría de los códigos. Pero, si deseamos llenar una caja de una forma determinada, el problema continúa sin tener una solución general.

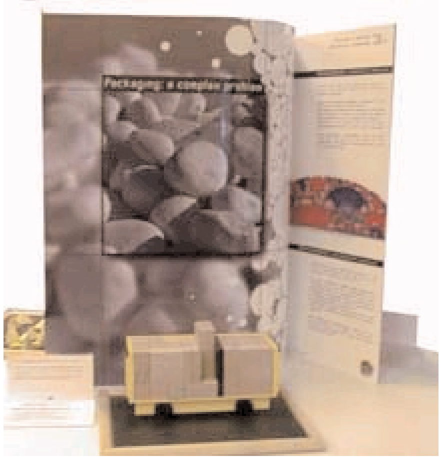




De los átomos a los cristales

El cielo, la tierra, los átomos y las partículas elementales... ¿Por qué se utiliza a menudo la esfera (entera o en parte) para representar formas naturales? A escala microscópica, los fenómenos naturales pueden representarse mediante esferas indeformables, que se mueven libremente o chocan sin que se produzca una pérdida de energía. Si los átomos se representan en forma de esferas, los cristales se consideran como capas de átomos ordenadas, y casi siempre periódicas. Estos fenómenos parecen elementos de un juego infinito de billar en tres dimensiones y permiten el estudio de gases, líquidos y determinados sólidos.

El empaquetado: un problema complejo
¿Qué ocupa menos volumen, un kilo de granos de café o un kilo de café molido? Este pequeño problema pasa a ser importante cuando lo que se quiere es transportar muchas toneladas de café. El problema se convierte en complejo cuando los artículos son de diferentes tamaños y formas y deben transportarse en contenedores muy definidos. A la inversa, ¿de qué manera se pueden encontrar las mejores dimensiones para que los objetos ocupen un volumen determinado? Estos problemas, que dependen también del peso de los objetos, del coste del transporte, del gasto de almacenamiento, etc., aún no han sido resueltos.



Unir mediante una línea

Puntos y líneas
Königsberg, 1736. ¿Es posible atravesar una ciudad cruzando cada uno de sus siete puentes tan sólo una vez? Para solucionar este problema, Euler proporciona una información fundamental: la ciudad está dividida en cuatro distritos representados por cuatro puntos, unidos mediante siete líneas que simbolizan los siete puentes. El problema entonces es el siguiente: en este mapa, ¿existe una carretera que pase sólo una vez por cada línea? Se trata del principio de la teoría de los grafos. La respuesta de Euler fue: depende de cuántos puntos existan en los que concurren un número impar de líneas. Sólo existe una solución si dicho número es igual a cero o dos.

¿Cuatro colores bastan?
¿Cuántos colores necesitamos para colorear un mapa de manera que dos países adyacentes tengan colores distintos? La teoría de Grafos nos permite representar este problema y reducir el número de casos por estudiar. Gracias a los ordenadores podemos analizar un gran número de este tipo de situaciones. La Teoría de Grafos se utiliza para representar y estudiar situaciones muy complejas tales como redes de telecomunicaciones, circuitos electrónicos, redes de distribución –agua, gas, electricidad, correos...– y otros numerosos problemas de logística, transporte y producción.

¡Hola! ¿Eres tú?
¿Cómo se realizan tus llamadas telefónicas? Viajan de repetidor a repetidor hasta la central más cercana a tu interlocutor que será avisado por un tono. En una ciudad, estas centrales de la red telefónica están ubicadas de la mejor manera posible teniendo en cuenta la topología irregular de las calles. Cada central define una zona de proximidad de la llamada en forma de polígono conectado con sus vecinos. Estas zonas delimitan una división en regiones de la ciudad, denominada Mosaico de Voronoï. Si se conectan las centrales de áreas vecinas, se obtiene un gráfico determinado aleatoriamente que representa los cables por los que viaja la llamada. Los gráficos, la teoría de la probabilidad y la geometría se unen para permitir que te comuniques.

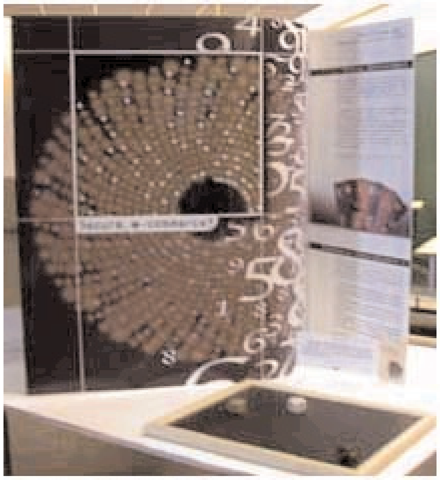
Por qué calcular

¡Mi ordenador me ha engañado!

¿Qué números utilizamos en la vida cotidiana? Para contar utilizábamos números enteros, después decimales, números reales y complejos. ¿Qué pasa hoy en día? ¿Qué pasa si utilizamos una calculadora o un ordenador? En el supermercado es preferible saber hacer cálculos mentales rápidos. El propio ordenador sólo utiliza números decimales hasta un número limitado de decimales. Las leyes Matemáticas ya no se respetan. Tanto el contable como el ingeniero aeronáutico, deben controlar los errores de aproximación, desde el infinitesimal (infinitamente pequeño) hasta el infinito (infinitamente grande). En este ámbito es donde los ordenadores ya no son del todo fiables.

Comercio-e: ¿Seguridad?

¿Se puede comprar en Internet de manera totalmente segura? Con el desarrollo de la web, la criptografía –la ciencia de la codificación– ha pasado a constituir una herramienta fundamental para la protección de los bancos y de las compras on-line. El secreto de nuestras tarjetas de identificación bancaria se basa en números de más de 100 cifras, producto de 2 números primos. Pero, hoy en día, el avance de la tecnología de la información permite descubrir, cada vez más rápido, los divisores de números cada vez mayores... Los matemáticos, los físicos y los ingenieros informáticos buscan nuevos códigos indescifrables, utilizando, en particular, las extrañas leyes de la física cuántica.



Restauración en Corfú

¿Cómo recuperar imágenes digitales dañadas debido a problemas con la cámara, con la transmisión o la recepción? ¿Cómo enviar o recibir imágenes de buena calidad por Internet y a alta velocidad? Para ello, los matemáticos crean algoritmos de restauración de imágenes que se pueden ilustrar fácilmente mediante métodos cartográficos: la intensidad luminosa de cada píxel de la imagen se traduce por una *cota*. La imagen se traduce mediante un mapa de relieve donde el ruido produce un relieve desigual; éste último se regulariza conservando las principales *líneas de nivel*, y así se puede recuperar una imagen bonita.

Construir

Curvas para una conducción suave
En los cruces a distinto nivel de las autopistas, ¿cómo se puede construir una vía que resulte más suave y segura para una conducción eficaz? Al circular en un automóvil, cuando se viaja a velocidad constante y el volante se gira de manera uniforme, el rastro que deja el vehículo se denomina *espiral de Cornu*. Este rastro reduce las fuerzas centrífugas y une suavemente líneas rectas en una curva. Mediante la utilización del diseño de la espiral de Cornu se consigue una conducción más sencilla y eficaz. Esta curva también se utiliza en las líneas ferroviarias, las líneas de metro, las montañas rusas, etc.

La genialidad de los puentes

¿De qué manera se pueden construir puentes más largos y audaces? Los primeros puentes utilizaron madera y piedra. Los puentes de hierro, acero y hormigón aparecieron más tarde. Surgieron nuevos problemas: el comportamiento dinámico de los puentes colgantes, la complejidad de gestionar la construcción de carreteras. En la actualidad, los ordenadores y su capacidad de calculo permiten resolver estos problemas, paso a paso, consiguiendo unos puentes que superan todos los récords. El puente Storeboelt East Bridge en Dinamarca (con un vano central de 1624 m de luz), el viaducto de Millau en Francia (343 m de altura)...

El motor rotativa: ¡revolucionaria !
Los motores de pistón funcionan con un movimiento ascendente y descendente. En el caso de los motores rotativos, la energía se produce mediante rotación. ¿Cómo se producen la compresión y combustión en estos tipos de motores? El volumen de gas en cada cámara varía enormemente a medida que se mueve el rotor, provocando eventualmente la combustión en el motor. La carcasa tiene forma de una *epitrocoide*, una curva trazada por un punto dentro de un círculo que gira alrededor y en el exterior de un círculo fijo. Un rotor triangular gira dentro de una carcasa especialmente diseñada, estando uno de sus vértices en contacto constante con la carcasa. El espacio entre la carcasa y el rotor se divide en tres cámaras.

Estimando

¿Estamos la mayoría de la gente en la media?
Observa la campana de Gauss: ¿Por qué es tan conocida la forma de esta curva? ¿Por qué resulta fundamental para la estadística? Si clasificamos los habitantes de una ciudad, las hojas de un árbol..., de acuerdo con una característica (tamaño, peso, CI, nivel de competencia...) cuanto más nos aproximemos a la media para cada criterio, más individuos se encontrarán. Cuanto más nos alejemos de la media, menos individuos habrá. En los extremos, prácticamente no encontraremos ningún individuo. La representación gráfica de este hecho se conoce como curva Gaussiana. El carácter universal de la curva lo atribuyó Laplace, el cual afirmó que la distribución Gaussiana es la acumulación de muchos pequeños factores independientes.

¿Cómo pedir un préstamo?
Deseamos solicitar un préstamo de 10.000 € a nuestro banco. ¿Resulta más ventajoso solicitar un préstamo a tipo fijo o a tipo variable? Sin el álgebra, ¿cómo podemos saberlo? Las Matemáticas nos ayudan a comprender e interpretar estos contratos financieros. Ignorarlas sería quedarse indefenso frente a las prácticas comerciales. La situación es idéntica, pero más complicada, en el caso de las inversiones. Depositamos 10.000 € en el banco: a cambio éste se compromete a devolvernos dicha suma con intereses –eventualmente– que dependerán del índice monetario y del mercado bursátil. ¿Quién sale ganando?

¡Bingo!
Receta: Coger un avión a Alemania

1º Hágase con una guía telefónica de ese país
2º Suba al avión
3º Cuando cruce la frontera, abra la guía telefónica
4º Escoja un nombre al azar, anote el número de teléfono y guárdeselo en el bolsillo
5º Póngase un paracaídas
6º Abra la puerta del avión y... ¡salte!
7º Tras tomar tierra, eche a andar en línea recta al azar
8º Pregunte a la primera persona con la que se encuentre cómo se llama y cuál es su número de teléfono
9º Compárelos con el nombre y el número de teléfono anotados en su bolsillo
10º ¡Vaya suerte ha tenido! ¡Son iguales!
Acaba usted de ganar el Eurobingo.

Alemania tiene unos 82 millones de habitantes. Así que existe una probabilidad entre 76.275.360 de ganar el premio gordo.

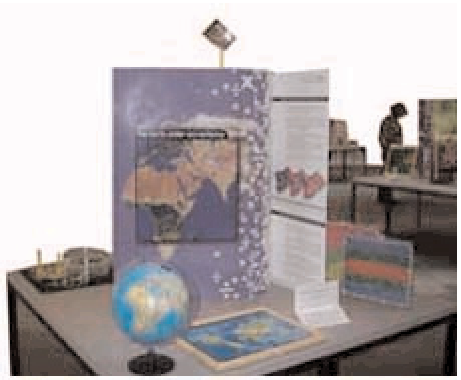
Optimización

La naturaleza es ahorradora
Una pompa de jabón es esférica; los cuerpos estelares son prácticamente esféricos. ¿Por qué? A perímetro constante, un círculo define la superficie con el área más pequeña. A volumen constante, la esfera posee la superficie más pequeña. La

naturaleza escoge el camino más fácil. Una masa líquida en equilibrio relativo, una gota de aceite suspendida o girando en un líquido, los planetas al formarse, adoptan todos ellos formas esféricas, sean únicas o múltiples. Estas formas poseen la mínima energía potencial que es proporcional a su superficie física.

La tierra bajo vigilancia

¿Cómo puede uno encontrar una buena representación de la tierra? Eso depende del uso que quiera hacerse de ella. Después de haber elaborado proyecciones cartográficas adaptadas, por ejemplo, a la navegación, hoy tratamos de utilizar las imágenes tomadas por los satélites o desde el aire para optimizar las labores de reconocimiento o la gestión de recursos. Y es que cada uno de los píxeles de una imagen está diciéndonos cómo es el terreno: rocoso, oceánico, fluvial, boscoso, de cultivo... Combinando los datos suministrados por los instrumentos de medición (sensores espaciales y espectrales de alta resolución), es posible obtener algoritmos de aprendizaje. Los modelos así construidos son luego validados por observaciones hechas sobre el terreno.



Las formas más eficientes

¿Por qué se usa cada vez más la estructura de panal de abejas? ¿Acaso porque las abejas han encontrado la mejor solución? Los materiales diseñados a partir de la estructura de panal poseen propiedades llenas de ventajas, como ser livianas, sólidas y rígidas. Se utilizan estructuras de panal fabricadas en aluminio en la construcción del Airbus A380, del TGV, de las paredes de los satélites, etc. Papel o materiales con estructura de panal de polivinilo se emplean habitualmente en la construcción de puertas y paletas. Con todo, la celda de un panal no es la forma que más eficientemente ocupa un volumen dado. Desde entonces se ha encontrado un camino mejor, pero la forma más eficaz sigue aún sin conocerse.

Demostrando

3000 años de investigaciones

¿Existe la duda en las Matemáticas? ¿Es posible darse por satisfecho con una serie de hipótesis cuando éstas son correctas en un 99%? Las demostraciones constituyen la base de la actividad de los matemáticos y, de hecho, es lo que verdaderamente distingue a la suya de otras actividades. Las primeras demostraciones eran sencillas, estaban escritas en unas pocas líneas y podía comprenderlas todo aquél que tuviera estudios medios. Hoy en día, existen demostraciones que ocupan cientos de páginas, para las que hay que hacer uso de ordenadores y de las que sólo pueden emitir un dictamen un reducido grupo de especialistas. La complejidad del mundo plantea cada vez más preguntas a los matemáticos. Para responderlas, éstos tienen que construir modelos y demostrar a continuación lo adecuado de los mismos.

De Pitágoras a Wiles

¿Cómo puede uno demostrar las hipótesis que le parecen verdaderas? ¿Existen números enteros como $x^2 + y^2 = z^2$? ¿O como $x^n + y^n = z^n$, cuando n es mayor que 2? Los griegos fueron los primeros que trataron de resolver estos problemas. Fue entonces cuando Pitágoras dio su nombre al teorema sobre "el cuadrado de la hipotenusa..." o cuando Euclides formuló la demostración más antigua que se conoce. Más tarde, Fermat afirmó que este resultado no se podía generalizar. ¡Y Wiles demostró esta hipótesis en 1994! Para ello, se sirvió de los últimos trabajos de investigación realizados en un gran número de ámbitos de las Matemáticas. Por lo común, los matemáticos se esfuerzan en llamar nuestra atención sobre los grandes problemas aún por resolver.

Verdadero ... pero indemostrable

¿Podemos siempre probar una cosa de la que sabemos que es verdadera? En 1931, en un genuino 'golpe de efecto', Kurt Gödel dio una respuesta negativa a esta pregunta con su famoso teorema de la *incompletitud*. Gödel demostró que las nociones de verdad y probabilidad no son coincidentes, al descubrir una fórmula sobre números enteros que como tal es verdadera, pero de la que sin embargo no es posible ofrecer una demostración en la aritmética elemental. Para mayor sorpresa de todos, Gödel mostró también, impulsado por el mismo espíritu, que dentro de la aritmética no es posible ni refutar ni probar que jamás vaya a llegarse a una contradicción. La aritmética elemental es además indecidible. Por consiguiente, resulta imposible, por ejemplo, crear un programa informático capaz de comprobar si una determinada fórmula sobre números enteros es o no verdadera.

Colaboradores y participantes

El comité de patrocinadores agrupa a:

- UNESCO
- Unión Matemática Internacional (IMU)
- Comisión Internacional para la Enseñanza de las Matemáticas (ICMI)
- Sociedad Matemática Europea (EMS)
- Ministerio Japonés de Educación (Monbusho)
- Universidad Tokai de Tokyo, Japón
- Ateneo de Manila, Filipinas