

El País, 19 de julio de 2000

Base, Futuro, pág. 40 - Reportaje

XAVIER PUJOL GEBELLI Barcelona **Las matemáticas perfilan la ciencia del mañana Los expertos destacan la explosión de nuevas técnicas de gran impacto social en diversos campos**

Bajo el caparazón metálico de cualquier instrumento electrónico de uso médico o entre las miles de conexiones de todo ordenador, es posible hallar cientos de cálculos de fórmulas o de ecuaciones matemáticas. Su objetivo no es otro que dar sentido a los datos, extraer información de los números, para que físicos, biólogos o expertos en las más diversas áreas puedan dar forma a desarrollos científicos y tecnológicos esenciales para la salud, la economía o el conocimiento en general. Ésta es la impresión generalizada entre los cerca de 1.400 expertos de 80 países que durante la semana pasada participaron en el tercer Congreso Europeo de Matemáticas celebrado en Barcelona. El clima, el genoma humano y las finanzas destacan entre las aplicaciones.

Por primera vez, el evento abrió la puerta de forma clara no sólo a los desafíos teóricos de la matemática actual, sino también al vasto campo de la matemática aplicada. El sentir general, detallan diversos expertos, es "la explosión" de nuevas técnicas y herramientas en campos de gran impacto social.

Éste es el caso de la llamada Teoría de la Señal. Su objetivo, describe Andrew Walden, del Imperial College of Science de Londres, es extraer información de grandes series de números y establecer modelos a partir de los resultados obtenidos. Por grandes series pueden entenderse multitud de casos: desde observaciones climáticas tomadas por un satélite espacial hasta la detección de partículas contaminantes en el océano o en la atmósfera. La técnica, subraya Walden, toma prestadas herramientas de la estadística y de la ingeniería para tratar la información obtenida. Y ésta, gracias al desarrollo de una nueva metodología matemática denominada de miniondas (del inglés wavelets), puede correlacionarse con escalas temporales.

El Niño La aproximación basada en miniondas se está empleando, entre otros, para analizar el fenómeno climático de El Niño, dotado, según Walden, de "una escala temporal muy particular". Desde su detección se han tomado infinidad de datos que con los años han ido adquiriendo coherencia.

Lo que se pretende ahora, dice el experto, es interpretar esos datos en función del tiempo. Dicho de otro modo, tratar de establecer qué características y qué fenómenos acompañan a El Niño si la escala es diaria, mensual o anual. El tratamiento matemático de los mismos "derivará en un modelo" a partir del cual podrá simularse su comportamiento y proyectarlo en el futuro.

La teoría de señales y la aproximación por miniondas también encuentran acomodo en la genética y, en especial, en el Proyecto Genoma Humano. Para Peter Donnelly, matemático de la Universidad de Oxford, genética y matemáticas han evolucionado conjuntamente desde que Mendel propuso sus leyes de la herencia. La tecnología, advierte, ha avanzado lo suficiente como para que ahora los científicos puedan centrar su atención en porciones específicas de la

cadena de ADN y establecer comparaciones entre distintos individuos o, incluso, poblaciones diversas y aparentemente dispersas. La comparación, tratada con técnicas estadísticas y herramientas matemáticas, aporta, según Donnelly, "información crucial" para entender el *comportamiento* del material genético.

La primera aplicación derivada de la interacción de ambas disciplinas es extraer información que se manifiesta en forma de *débiles señales* escondidas entre los miles de letras que componen el genoma. La localización de esas señales, apostilla Donnelly, será útil en bioinformática, sobre todo en el desarrollo de programas informáticos destinados a la predicción de genes, pero también para la elaboración de nuevos fármacos basados en la inactivación de un gen o para una mejor comprensión de las enfermedades de origen genético.

La comparación de secuencias específicas a través de métodos matemáticos y estadísticos, añade, está facilitando también el desarrollo de la genética de poblaciones. Con ella no sólo se está tratando de establecer si el actual ser humano procede de un ancestro común de origen probablemente africano que colonizó el planeta, sino también determinar por qué un fármaco o una vacuna se muestran activos en un grupo de población e inactivos en otros.

Pero donde la matemática aplicada parece llamada a tener un mayor desarrollo es en aquellas áreas donde prima la incertidumbre o en las que la toma de decisiones depende de la evaluación del riesgo que comportan. Muchas de las aplicaciones emergentes en este campo surgen, como describe Rolf Jeltsch, matemático industrial y presidente de la Sociedad Europea de Matemáticas, de la interacción con la ingeniería para resolver problemas puntuales. Por ejemplo, localizar un pozo petrolífero, acción para la que se emplea teoría de la señal, y para simular el proceso de extracción del crudo, para la que se utilizan modelos matemáticos que prevén el movimiento de fluidos o su comportamiento ante la alteración de las condiciones ambientales de presión y temperatura. Para la simulación de estos procesos es imprescindible escribir cientos de ecuaciones que se transformarán en simulación informática gracias al uso de potentes ordenadores. La idea, remarca Jeltsch, es válida si de lo que se habla es de transmisión de datos a través de la red o de petróleo o gas a través de una tubería.

Movimientos financieros

También lo es, señala Helyette German, de la Universidad de París IX, si lo que se pretende es reducir el riesgo de los movimientos financieros donde, afirma, "el futuro es desconocido". Ese futuro puede ser más o menos inmediato si se trata del precio de valores de Bolsa o a largo plazo si se refiere al cálculo de prestaciones tras la jubilación. "Nosotros no predecimos el futuro ni nadie espera que lo hagamos", se defiende German. Las matemáticas financieras, añade, aportan "un cálculo de probabilidades sobre lo que podría deparar el futuro".

Buena parte de las matemáticas financieras se sustentan precisamente en las teorías probabilísticas y en la llamada teoría de la especulación. Como en otros campos, su misión es elaborar modelos de comportamiento, sólo que, al menos en este caso, remarca German, "el medio es muy inestable". Es por ello que la búsqueda de modelos puede ayudar a "estabilizar el suelo" y a limitar los efectos adversos debidos a la aparición súbita de fenómenos aleatorios. Dicho de otra forma, a prevenir en la medida de lo posible los efectos de un crash económico

. Informática y mecánica cuántica

Uno de los campos con mayor auge en la última década es el surgido de la reunión de la teoría de la información, la informática y la mecánica cuántica. La suma, impensable hace unos pocos años, está derivando en nuevas aplicaciones, algunas de ellas con un futuro todavía incierto.

Así lo creen Sandu Popescu y Umesh Vazirani, ambos en la Universidad de Berkeley (California), donde trabajan en áreas en apariencia tan abstractas como la computación cuántica, la teletransportación o la criptografía cuántica.

Para el desarrollo de estas aplicaciones, indican, ha sido necesario reescribir parte de las matemáticas para describir fenómenos físicos que se apartan de las leyes clásicas. Sin ir más lejos, dice Popescu, no es lo mismo tratar series de números basados en combinaciones de ceros y unos que en probabilidades respecto a la ubicación o el estado de excitación de un electrón, base del ordenador cuántico. La resolución de este problema, indica Vazirani, tiene mucho que ver con la llamada complejidad informática, rama que informa acerca de la dificultad de dar con un resultado válido y su posterior verificación, especialmente cuando el número de soluciones crece exponencialmente a medida que se añaden nuevas ecuaciones al problema.

El grado de desarrollo de lo que en algunos círculos empieza a llamarse matemática cuántica y de sus aplicaciones no es tan abstracto como parece. En áreas como la criptografía o la comunicación cuánticas, relata Popescu, los fundamentos están ya bien descritos y la tecnología podría estar disponible "en dos o tres de años". Algo muy distinto a lo que ocurre con el ordenador cuántico, donde sólo la teoría parece disponible. A pesar de ello, dice Vazirani, la realidad supera en mucho a lo que se espera del futuro. El presente, concluye, "es mucho más interesante que las predicciones".