

TEMAS DE DEBATE

Mucho más que 2+2

Además de ser el terror de muchos estudiantes, la matemática tiene numerosos campos de aplicación. Muchos son sorprendentes y las técnicas que se utilizan también sorprenden. Es fundamental para entender la vida y el universo, y supone el epicentro de la investigación científica en campos como la genética o la biomedicina, de un gran impacto económico

ANÁLISIS **Joan Solà-Morales**

Omnipresente matemática

Matemática aplicada, matemática industrial, matemática colaborativa... No importa mucho el nombre que se le quiera dar, lo que importa es lo que hay detrás de este intenso movimiento en el mundo de la matemática dirigido hacia el exterior, encaminado a la solución de problemas prácticos, con valor económico o social elevado.

Este movimiento es un movimiento internacional, aunque con un desarrollo todavía pequeño en nuestro país. Un centro de referencia, por ejemplo, es el Oxford Center for Industrial and Applied Mathematics (OCIAM), creado en 1989 para realizar, según sus propias palabras, investigación de alta calidad con una base práctica. Una de las experiencias más destacables nacida en OCIAM es la de los Study Groups with Industry. Son encuentros que duran normalmente una semana en los que empresas e industrias plantean problemas a grupos de investigadores en matemáticas, que en un tiempo limitado intentan resolver o por lo menos aproximarse a una solución del problema. Allí podemos encontrar desde un problema planteado por una industria de la congelación del pescado, preguntando sobre modelos de cambio de fase para el interior de las fibras, a un problema sobre vibraciones en un tren de aterrizaje o un problema sobre políticas de precios óptimas en el mercado de la electricidad.

Estas experiencias no sólo se han hecho en el Reino Unido. La European Science Foundation (ESF), publicó en el 2010 el importante informe Forward Look on Mathematics and Industry. Este informe, que contiene análisis, retos y recomendaciones estuvo acompañado de una interesante lista de diversos ejemplos prácticos de colaboración efectiva entre matemática e industria, sin dejar de lado colaboraciones menos industriales como las de la navegación aeroespacial, la salud o los servicios.

Naturalmente, trabajar para resolver un problema práctico no es lo mismo que trabajar en matemática teórica. Muchas veces, el primer paso difícil es plantear el problema, convertir una cuestión práctica en un problema matemático. Este primer paso, a veces llamado modelización matemática, tampoco es nunca definitivo, y en muchas ocasiones hay que volver a él, replanteándolo, en fases sucesivas de la resolución.

El mundo de la matemática se encamina cada vez más a solucionar problemas prácticos, con valor económico o social elevado

La matemática tiene muchos campos de aplicación. Muchos son sorprendentes y las técnicas que se utilizan también sorprenden. Las técnicas más conocidas por sus aplicaciones son las de la estadística y las de la optimización. Pero cada día son más importantes también los métodos numéricos en general, las ecuaciones diferenciales, la geometría, el análisis, incluyendo el análisis estocástico, la aritmética, la matemática discreta, el álgebra y un largo etcétera.

Una experiencia destacable sucedida en nuestro entorno inmediato fue el estudio realizado por el profesor Carles Simó, de la Universitat de Barce-



JOSEP PULIDO

lona, y sus colaboradores. El profesor Simó, premio Nacional de Recerca 2012 de la Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació y el Govern de la Generalitat de Catalunya, realizó este trabajo por encargo de la Agencia Espacial Europea, dentro del proyecto SOHO. Se trataba de situar un satélite artificial con un observatorio solar en una cierta órbita entre la tierra y el sol. El problema era que la órbita es inestable, con lo que había que diseñar operaciones para que el satélite volviera a ella si se alejaba demasiado.

El método propuesto para estas maniobras representó un descubrimiento importante, típicamente matemático, y que ahorra cantidades grandes de combustible. El método se ha usado a partir de entonces en el diseño de muchas misiones espaciales. Consistía en utilizar ciertos caminos imposibles de detectar si no es con estudios teóricos, que devolvían el satélite a su estado inicial sin necesidad de costosas maniobras. Sólo se necesitaba maniobrar para acercarse al mencionado camino.

Otro ejemplo significativo fue la colaboración del equipo del profesor Àngel Calsina, de la Universitat Autònoma de Barcelona, en el tratamiento de ciertas enfermedades causadas por bacterias en granjas aviares. El método propuesto era combatir esas bacterias mediante virus bacteriófagos, y el análisis matemático consistió en modelar el ciclo biológico de estos virus, que solo se reproducen en el interior de las bacterias.

Pero el trabajo que sorprenderá más al lector es el del profesor Tim Myers, del Centre de Recerca Matemàtica y la Universitat Politècnica de Catalunya. Gracias a su estudio de los efectos de rotación de una pelota de fútbol en función de la densidad del aire, pudo aconsejar la mejor estrategia para el hinchado del balón a un equipo de la Premier League de Sudáfrica, que jugaba partidos en estadios a una altura sobre el nivel del mar muy variable.●

LA CLAVE **Camille Stephan-Otto Attolini**

Larga vida a la bioestadística

Las matemáticas han estado ligadas a las ciencias biológicas desde que existe la observación sistemática de la naturaleza, permitiendo la construcción y contraste de hipótesis. Es natural organizar y resumir la información recopilada con herramientas matemáticas y estadísticas. Observaciones cada vez más precisas y extensas han hecho de esta labor una nueva rama científica. Miles de datos son generados en un sólo experimento y traducirlos en algo manejable y comprensible necesita de teoría, metodología y tecnología que evolucionen conjuntamente con estos datos.

Un ejemplo paradigmático ahora ya cotidiano en centros de investigación y hospi-

Traducir miles de datos en algo comprensible y manejable necesita de teoría, metodología y tecnología

tales es la secuenciación masiva del material genético. El escrutinio de estas moléculas es indispensable para comprender la biología celular, tanto en estado normal como en enfermedades. La resecuenciación del genoma genera cientos de gigabytes de información que debe ser analizada y procesada hasta resultar en datos útiles. Aquí se combinan dos aspectos básicos estadísticos: la correcta estimación del error introducido en la obtención de datos y de la variabilidad de los mismos, y el resumen de las observaciones en algo interpretable desde el punto de vista biológico.

Esta transformación requiere comprender tanto la biología como las matemáticas en cuestión. Actualmente es imposible que una sola persona conozca en profundidad ambos aspectos, haciendo necesaria la creación de grupos interdisciplinarios con expertos desde la clínica a la informática, pasando por la biología y la estadística. Más aun, entre ellos hace falta quien construya los puentes, alguien capaz de combinar ambas disciplinas en vistas de una mejor explotación de los datos. Desgraciadamente, la bioestadística y bioinformática son materias poco populares o publicitadas. Contradictoriamente, el analista de datos es de los profesionales mejor pagados y la competencia para conseguir bioestadísticos capacitados entre los mejores grupos de investigación a nivel mundial raya en lo encarnizado.

La creatividad es la base de la actividad científica y los retos de las nuevas tecnologías y la profundidad con la que observamos la naturaleza resultan en una apasionante disciplina. Estamos en un momento vibrante de avances en ciencia básica. Si la economía, la educación y la voluntad política lo permiten, estos pueden verse reflejados en una mejora en el tratamiento, prevención y pronóstico de las enfermedades de nuestro tiempo.●

C. STEPHAN-OTTO ATTOLINI, jefa de la unidad de Bioestadística y Bioinformática del IRB Barcelona

PARA SABER MÁS

LIBROS

Dynamical systems methods for space missions on a vicinity of collinear libration points, publicado en C. Simó (ed.), *Hamiltonian Systems with Three or More Degrees of Freedom*, Kluwer Academic Publishers, 1999

Rivaud a realistic and mechanistic model for the population interaction of bacteria and their bacteriophage viruses, À. Calsina and J. J. Rivaud. Preprint 31. Noviembre 2011. Depart. de Matemàtiques. UAB

A mathematical analysis of the motion of an in-flight soccer ball, T.G. Myers and S.L. Mitchell. *Sports Engineering*, vol. 16, 2013

WEBS

<http://miis.maths.ox.ac.uk/> Study Groups with Industry

http://www.esf.org/index.php?id=62_64 Informe Forward Look on Mathematics and Industry

<http://math-in.net/> Red Española Matemática e Industria