

El Cultural, 14 de Julio de 2008

-

CIENCIA

Juan Luis Vázquez **Arranca en Madrid la 49 Olimpiada de Matemáticas**

Biología, finanzas, mecánica cuántica, meteorología, aeronáutica o el cambio climático son algunas de las áreas en las que las matemáticas resultan imprescindibles. Juan Luis Vázquez, catedrático de Matemática Aplicada de la UAM, Premio Nacional de Investigación 2003 y conferenciante plenario en el Congreso Mundial de 2006, analiza para El Cultural los retos de la matemática actual con motivo de la 49 Olimpiada Internacional de Matemáticas, que empieza en Madrid el próximo 15 de julio.

Tras la revolución computacional que ha tenido lugar en el siglo XX y que completa la célebre revolución del cálculo realizada por Newton y Leibnitz en siglo XVII, en este momento coexisten la alta matemática abstracta, la matemática aplicada que es lenguaje de las ciencias, y la matemática computacional, que produce resultados en forma de tablas de números o curvas. Pero por suerte todas son parte del mismo edificio, las matemáticas, y hablan lenguas que se entienden entre sí hechas de números, letras y extraños símbolos. Uno de los aspectos más llamativos de las matemáticas surgidas tras la revolución computacional es su aplicación a los más diversos aspectos de la vida cotidiana, no sólo en la vertiente industrial sino también en la administración, los servicios o el ocio. Ello tiene lugar por el hecho de que nuestra sociedad ha pasado del estadio de sociedad industrial al estadio de sociedad de la información y de la imagen. Detrás de la información y de la imagen está hoy día el mundo digital, que es en otras palabras un mundo de bits, o dicho para matemáticos, un mundo de números, de matemáticas.

Retos. He aquí algunos de los retos sobresalientes de las matemáticas en su vertiente "social", matemáticas que son determinantes para nuestro futuro y que se están cultivando con intensidad también en España:

Matemáticas de las sustancias que fluyen o se difunden: ciencias de gran interés social como la meteorología dependen de un delicado cálculo predictivo de tipo numérico. Las ecuaciones que rigen el movimiento de los fluidos son hoy día bien conocidas, se trata de variantes del famoso sistema de ecuaciones de Navier y Stokes, científicos que lo formularon con precisión en la primera mitad del siglo XIX. Ahora bien, desgracias de la Razón Práctica, si bien escribir esta ley es fácil y cualquier alumno posgraduado en matemática aplicada en cualquier lugar del mundo sabe hacerlo, el integrar las ecuaciones para obtener la predicción del estado futuro a partir de los datos actuales es un muy arduo problema que ocupa enormes períodos de tiempo en los ordenadores de todo el mundo y que fracasa para períodos de predicción de más de una semana. El problema práctico tiene para un matemático una razón de peso, proviene de un serio problema teórico, pues conocemos mal la teoría de las ecuaciones de Navier Stokes en dimensiones de espacio mayores de dos y si no se conoce la teoría mal va el cálculo. ¡Sucede que el mundo real tiene dimensión espacial 3 y $3 > 2!$

□ Resolver las dificultades matemáticas del modelo de Navier-Stokes es uno de los siete problemas por los que la famosa Fundación Clay ofrece un premio de un millón de dólares □. Pero no nos engañemos sobre las aplicaciones, en su nivel más abstracto la teoría de los

"sistemas de ecuaciones en derivadas parciales no lineales" de los que forman parte las ecuaciones de los fluidos existe en su universo "platónico" con sus problemas matemáticos propios y su lenguaje que los expresa (existencia de soluciones, unicidad, espacios funcionales, derivadas distribucionales,□).

Descartes. Es un milagro propio de Descartes explicar cómo ese mundo del espíritu, esa torre de marfil de conceptos y silogismos, se relaciona en forma tan espectacular como eficaz con el mundo en que vivimos. Y además nos permite dominarlo.

He utilizado la meteorología, de la que ya se ocupó Descartes en el siglo XVII, como paradigma de aplicación actual y eficaz de la teoría matemática de los fluidos. Su aplicación se extiende evidentemente a disciplinas científicas afines como la oceanografía y la climatología. En el último caso, necesitamos modelos climáticos más fiables para poder abordar científicamente temas como el cambio global.

Cambio global. Cualquier persona con una formación científica sabe que discutir el cambio global sin matemáticas fiables (y por supuesto sin una física y una química fiables) es pura demagogia. Lo que no es tan sabido es que las matemáticas necesarias se están haciendo sobre la marcha y están aún lejos de ser muy fiables. Hacer mejores modelos matemáticos, comprender su teoría y calcular eficazmente con ellos, he aquí el reto para las nuevas generaciones de matemáticos. El tener que trabajar con "proceso teórico aún en desarrollo" es muy razonable para el científico, es lo normal, pero el público y los políticos no siempre lo saben o bien lo olvidan, con esa innata tendencia a las verdades absolutas que a veces los matemáticos hemos contribuido a fomentar donde no se debe.

Sigamos. El aire es un fluido que sostiene a los objetos autopropulsados con lo que entramos, a partir de 1903, en la ciencia Aeronáutica. Las estrellas son masas de gas ionizado, con lo que nos vemos inmersos en la cosmología. Por otra parte, los fluidos son portadores de fenómenos de difusión y transporte de gran interés industrial-ecológico, como las filtraciones en el suelo, el transporte de contaminantes o la extracción de petróleo. Las ecuaciones de la difusión, la reacción y el transporte explican también la evolución de las poblaciones, sean humanos, amebas o neutrones. Hablamos pues de matemáticas relacionadas con la naturaleza, las poblaciones y el desarrollo sostenible.

Ecuaciones. He dedicado gran parte de mi actividad profesional a estudiar las "ecuaciones de la filtración y de la difusión no lineal" desde un punto de vista muy teórico; con un equipo de investigadores de más de 20 países hemos escrito más de una decena de libros y muchos miles de páginas como artículos en revistas especializadas y no hemos visto más que la punta del iceberg en este tema. Pero al mismo tiempo tenemos (yo al menos) la sensación de haber hecho un progreso ineludible, que "estaba escrito en las estrellas", que el hilo mágico que liga a todas las matemáticas sigue adelante. Pasaré a enunciar algunas áreas de interés matemático social similar:

Matemáticas del tratamiento de datos y de las imágenes: con temas de aplicación como criptografía, compresión y recuperación de imágenes. Teorías matemáticas provenientes del álgebra abstracta y la teoría de números, de la teoría de funciones (como las ondeletas) o del

cálculo de variaciones.

Matemáticas para la Biología: decodificación del genoma humano, modelos de crecimiento de cáncer, modelos de la circulación sanguínea. Matemáticas que van de la estadística y la minería de datos a la geometría de fronteras libres y ecuaciones en derivadas parciales.

Matemáticas de los procesos financieros. Es uno de los grandes temas de la investigación y la práctica bancaria. Son modelos matemáticos basados en procesos estocásticos y ecuaciones en derivadas parciales (modelo de Black-Scholes).

Las matemáticas de los nuevos materiales, la nanotecnología. Son uno de los mundos en más rápido crecimiento donde las nuevas matemáticas están en gran parte por hacer.

Matemáticas de la Relatividad y de la Mecánica cuántica. Se trata de las dos grandes revoluciones conceptuales de la Física del siglo XX. La relatividad fue introducida en sus dos versiones, especial y general, por Einstein a partir de 1905, y modifica la formulación matemática de las leyes del movimiento de los cuerpos debida a Newton y lo hace en lo relativo a los grandes espacios y las grandes velocidades. El cambio no se nota casi en la vida diaria (sí se nota en la tecnología de los GPS), pero afecta a la base de las matemáticas: en relatividad las velocidades ya no se suman como vectores como mandó Newton y nosotros aprendimos. La mecánica cuántica es un cambio conceptual no menos radical que afecta al mundo de lo pequeño, del tamaño de átomos o moléculas y cambia completamente no sólo la física sino la química. Cuál es la repercusión para las matemáticas: enorme, en ambos casos la formulación matemática está en la base de la nueva visión, muy en el espíritu de Galileo. ¿Cuál es el gran reto? Que no existe una teoría matemática coherente que incluya ambas modificaciones del modelo newtoniano. El trabajo en esta área es fascinante y muy difícil. El público ilustrado conoce bien a S. Hawking y su descripción de los agujeros negros.

¿Magia? Los retos matemáticos relacionados con la ciencia y con la vida social exceden con mucho el marco de este artículo. Y todos se escriben en el mismo sofisticado y elegante lenguaje matemático: números, variables, funciones, conjuntos, integrales y derivadas. No hemos tratado los retos asociados a la Matemática como ciencia pura, que son más difíciles de explicar al lector pero no menos interesantes. Para nosotros los profesionales, en ellos está el meollo. Recordemos sólo al lector la conjetura de Fermat y la de Poincaré, ya resueltas felizmente por A. Wiles y G. Perelman en fechas recientes, y la Hipótesis de Riemann aún vigente como "joya de la corona". Todo un mundo de magia.