

## Matemáticas y Sociedad: acortando distancias

Miguel de Guzmán

### **Lo que está sucediendo en las ciencias matemáticas.**

En los últimos años la American Mathematical Society, organismo que en Estados Unidos ha venido atendiendo tradicionalmente sobre todo a los aspectos de desarrollo interno de la investigación matemática, se ha ocupado también seriamente, a través de diversos proyectos, de que la Sociedad perciba con claridad el lugar que la matemática ocupa en el desarrollo de la ciencia, de la tecnología y de la cultura. Desde 1993 viene publicando anualmente, en fascículos dirigidos al público no especializado, descripciones de los resultados más recientes de la investigación en matemáticas. Con ellos se pretende dar una idea de la importancia que la matemática y sus aplicaciones tienen en otras ciencias y en las tecnologías derivadas. La acertada realización de este proyecto, bajo el título *What's Happening in the Mathematical Sciences*, ha corrido hasta ahora a cargo de Barry Cipra, un competente expositor matemático con gran experiencia.

En las líneas que siguen trataremos de explorar el sentido y la oportunidad de un proyecto semejante así como los principales rasgos que determinan el acierto de éste en concreto.

### **La matemática ocupa un lugar muy importante en nuestra cultura.**

La matemática ha llegado a ocupar un lugar central en la civilización actual. Y esto por motivos muy diversos:

Es una ciencia capaz de ayudarnos en la comprensión del universo en muchos aspectos. Es en realidad el paradigma de muchas ciencias y un fuerte auxiliar en la mayor parte de ellas, gracias a sus modos de

---

Este artículo es la reproducción de una publicación en el nº 107, agosto-septiembre de 1997, de la Revista crítica de libros SABER/Leer, Fundación Juan March, Madrid.

proceder mediante el razonamiento simbólico, sobrio, con el que trata de modelizar diversas formas de ser del mundo físico e intelectual

Es un modelo de pensamiento, por sus cualidades de objetividad, consistencia, sobriedad, las cuales le dan un lugar bien preeminente entre las diversas formas que tiene el pensamiento humano de arrostrar los problemas con los que se enfrenta. Este aspecto es la raíz de sus profundas conexiones con la filosofía de todos los tiempos, también del nuestro.

Es una actividad creadora de belleza, en la que se busca una cierta clase de belleza intelectual, solamente accesible, como Platón afirmaba, a los ojos del alma, y en esto consiste en el fondo la fuerza motivadora y conductora siempre presente en los esfuerzos de los grandes creadores de la matemática.

Es un potente instrumento de intervención en las estructuras de la realidad a nuestro alrededor, ayudando en la aplicación de modelos fidedignos al mundo tanto físico como mental. En realidad bien se puede afirmar que la mayor parte de los logros de nuestra tecnología no son sino matemática encarnada con la mediación de otras ciencias.

Es una actividad profundamente lúdica, tanto que en los orígenes de muchas de las porciones más interesantes de la matemática el juego ha estado presente de forma muy activa (teoría de números, combinatoria, probabilidad, topología,...)

Esta intensa presencia de la matemática en nuestra cultura no es algo que vaya a menos, sino todo lo contrario. A juzgar por las tendencias que se manifiestan cada vez con más fuerza, parece claro que el predominio de la intelección matemática va a ser un distintivo bien patente de la civilización futura.

### **Escasa visibilidad de la matemática en nuestra sociedad.**

Aun siendo así las cosas, la visibilidad de la matemática en la cultura de nuestro país ha sido tradicionalmente bastante débil, y lamentablemente lo sigue siendo, como se pone de manifiesto claramente sin más que echar una mirada en derredor.

Es idea prevalente en nuestro ambiente, fuertemente escorado hacia las humanidades desde hace siglos, que cultura viene a coincidir, más o menos, con literatura, música, escultura, cine, y otras manifestaciones artísticas.

Nuestros medios de comunicación, con contadas excepciones, apenas son capaces de reseñar con mediano sentido de rigor informativo, a no ser copiando de otros medios extranjeros, los hechos más substanciales que van surgiendo en el mundo de la ciencia. Como muestra puede valer la siguiente anécdota. Varios medios de comunicación se hacían eco seriamente hace pocos meses de la resolución del problema de la trisección del ángulo en Baracaldo, lo que evidencia que los responsables científicos de dichos medios entendían tan poco del problema y tenían respecto a él tan poca sensibilidad como el director de circo que «lo resolvió».

Nuestras estructuras administrativas, políticas, a nivel global o local no suelen ser muy pródigas en lo que se refiere al fomento de la ciencia. Rara vez un Concejal de Cultura considerará de su incumbencia la organización de una actividad científica, y mucho menos matemática.

Bastantes de nuestros responsables políticos, así como muchos de los insignes próceres de «nuestra cultura» no suelen tener ningún empacho, sino más bien un extraño y estúpido orgullo, al confesar en las circunstancias más solemnes su absoluta ignorancia de los temas más elementales de la ciencia en general y de la matemática muy en particular, contagiando así al resto de nuestros ciudadanos. Es de imaginar, en cambio, que de ningún modo se atreverían a decir en público el escaso número de libros que han leído en los últimos meses.

Es verdad que situaciones semejantes se dan también en otros países de nuestro entorno, si bien no tan extendidas como entre nosotros. Lo cual tampoco es motivo de mucho consuelo.

### **Necesidad de una divulgación matemática bien realizada.**

La tarea de hacer llegar de un modo asequible a un amplio segmento de la sociedad el sentido de la actividad que la comunidad matemática va realizando es algo necesario y que ha de ser realizado con esmero, si es que pretendemos que nuestra cultura progrese adecuadamente. La divulgación matemática contribuirá sin duda:

a) A romper el lastre de prejuicios que vamos arrastrando de una generación a otra en torno a la matemática y que, en muchos casos, es causa de bloqueos con respecto a ella colocados en la mente de nuestros niños.

b) A mejorar las condiciones culturales de muchas personas, abriéndoles los ojos a la realidad de la cultura actual y haciéndoles capaces de proveerse de herramientas indispensables para muchas de las actividades de las profesiones del futuro.

c) A que la sociedad sea capaz de valorar de modo adecuado el papel de la matemática hoy día, de tal modo que se percate de que incluso muchos aspectos que podrían parecer ociosos del quehacer matemático básico posiblemente tendrán su fruto práctico en el futuro, como un somero conocimiento de la historia de las ciencias y sus aplicaciones nos muestra.

### **¿Qué puede pretender la divulgación matemática?**

Una divulgación de la matemática bien realizada puede tener como dignos objetivos, entre otros:

a) Compartir la belleza, el poder de las matemáticas con un público amplio, tratando en muchos casos de penetrar a través de las barreras tradicionales entre las dos culturas, mucho más sólidas alrededor de las matemáticas que alrededor de cualquier otra ciencia.

b) Tratar de cambiar las actitudes hacia las matemáticas de muchos que necesitan tal cambio, con la convicción profunda de que tales actitudes son altamente perjudiciales a la vez para un sano desarrollo de la cultura y para el progreso de la matemática.

c) Animar a más personas a ser matemáticamente más activas, con la persuasión firme de que esto les puede conducir hacia una vida más plena intelectualmente y más satisfactoria.

d) Estimular un desarrollo de la actividad matemática en libertad, no por compulsión, tratando de deshacernos de los muchos prejuicios infundados hondamente arraigados entre tantos niños y adultos en nuestra civilización.

### **¿A quién debería ser dirigida la popularización?**

Al público en general. Evitando tecnicismos deberíamos tratar de transmitir en cuanto es posible el impacto y los métodos del pensamiento matemático acerca de algunos temas especiales. Las biografías de los matemáticos pasados y más actuales. Aplicaciones, ideas, hechos que deberían formar parte de la cultura como el desarrollo de la concepción

de estructura científica entre los pitagóricos, el desarrollo del cálculo infinitesimal, el sentido, en relación con la comprensión de los misterios de la mente humana, de algunos de los modernos desarrollos de la matemática.

A los más jóvenes. Con una sensibilidad correcta de sus posibles intereses y motivaciones alrededor de este tema. Por aquellos que saben cómo comunicarse con ellos para transmitirles su entusiasmo. A través de exposiciones, competiciones, juegos, ...

A los estudiantes de educación secundaria. Con los aspectos más importantes de la historia, la evolución y las aplicaciones de cada uno de los temas con los que se les pone en contacto. A través de las biografías de los hombres y mujeres más importantes de las matemáticas. mediante una presentación adecuada de los impactos culturales de la matemática a lo largo de la historia de la humanidad.

A los otros profesionales dentro y fuera del mundo académico. Existe una multitud de aspectos de la matemática que tal vez ellos no usan actualmente en su propio trabajo, pero que podrían arrojar nuevas luces sobre su forma de arrostrar los problemas propios de su ocupación. Muchas de las soluciones más creativas provienen de la aproximación a los problemas de un campo con las herramientas de otro distinto.

A los profesionales de las matemáticas. El desarrollo de la matemática es tan intenso que es rara la persona que pueda entender el lenguaje de dos o tres de los muchos campos actuales de la matemática. También los matemáticos formados en un cierto campo necesitamos que alguien nos explique con un lenguaje adecuado las ideas que van teniendo más éxito en otros campos vecinos y no vecinos, con la convicción de que tales ideas, por razón de la unidad en lo profundo de la matemática, puedan sernos de utilidad para una comprensión más penetrante del propio campo en que trabajamos.

### **¿Cómo debería ser una buena divulgación de la matemática hoy?**

Los potentes medios de comunicación que están hoy día a nuestra disposición abren un sinfín de posibilidades. La matemática, que es mucho más un quehacer, es decir un saber de método, que un mero saber de contenidos, se presta muy bien a un tratamiento interactivo a todos los

niveles a través de los diversos recursos informáticos (programas de cálculo simbólico, presentaciones interactivas en el ordenador, en internet, etc...) y audiovisuales (vídeo, televisión,...) que apenas hemos comenzado a explotar.

Los grandes expertos en comunicación matemática que lograron hacer proezas con los medios tradicionales nos pueden servir de modelos para explorar cuáles son las formas adecuadas de proceder al aplicar su experiencia con las nuevas herramientas a nuestra disposición. ¿Se pueden detectar algunas características que hayan influido especialmente para que obras tales como las de Gardner, Rademacher, Toeplitz, Steinhaus, Courant-Robbins, Kline, Davis-Hersh,... hayan sido tan leídas e influyentes en un pasado reciente?

Yo me atrevería a señalar unos cuantos rasgos comunes presentes de una forma u otra en la obras de estos grandes expositores de la matemática:

a) Genuino interés y entusiasmo en la tarea de comunicación, con la convicción profunda de su importancia y de su atractivo.

b) Selección cuidadosa de temas, por su belleza, por su profundidad, por su cercanía, por su posible aplicabilidad, por sus consecuencias interesantes y actuales en el mundo real, en las ciencias, por su importancia histórica, por su atractivo lúdico...

c) Asequibilidad para el lector particular a quien el autor se dirige, colocándose en su mismo plano, aludiendo a lo que el lector ya sabe, sin tecnicismos inadecuados, sin guiños sólo inteligibles para el experto, huyendo de la pompa y de la solemnidad, con un lenguaje simple, directo y agradable.

d) Interactividad con el lector, de manera que éste, con lo que va entendiendo, pueda ya entrar él mismo en el juego de manera activa, si se lo propone.

f) Énfasis en el interés humano por los temas y su desarrollo, por los personajes que han intervenido y están interviniendo en ellos, por las consecuencias que para la realidad del propio lector pueden tener.

## **¿Y qué es lo que está sucediendo en las ciencias matemáticas?**

Los tres fascículos de Barry Cipra constituyen un indudable acierto expositivo en donde se ponen de manifiesto bien claramente muchas de

las cualidades mencionadas arriba. He aquí una breve descripción de dos de los temas tratados en el tercer fascículo, que puede dar una idea bien significativa del tipo de trabajo expositivo que se presenta:

*Fermat's Theorem-At Last! (El teorema de Fermat, ¡por fin!).*

Como todo el mundo tuvo ocasión de enterarse por los titulares de los periódicos, en Junio de 1993 el matemático Andrew Wiles presentó en Cambridge, Inglaterra, una demostración de la conjetura de Fermat, formulada hace tres siglos y medio: *No existen tres enteros positivos  $x, y, z$ , tales que, para algún entero  $n$  mayor que 2, verifiquen la ecuación  $x^n + y^n = z^n$ .* Como muchos que han seguido con algún interés este asunto saben, tal demostración resultó tener una seria laguna, una afirmación no probada, que la hacía incompleta. La conjetura no estaba demostrada. Había expertos que opinaban que la demostración del eslabón que faltaba bien podría llevar otros tres siglos. Tras un período de intenso trabajo en colaboración con Richard Taylor, en 1995 apareció por fin publicado, en la revista *Annals of Mathematics*, lo que ahora consideran los expertos una demostración válida de lo que ya, por fin, podemos llamar teorema de Fermat.

Es verdad que la comprensión cabal de las matemáticas involucradas en la demostración del teorema es algo que sólo está al alcance de las personas especializadas en el tema. Pero el aura que envuelve el teorema y su historia, la influencia que ha tenido en el desarrollo de no pocos aspectos del álgebra moderna, la emoción intensa de las últimas etapas del ascenso hasta la cumbre, la transmisión de las vivencias personales del mismo Andrew Wiles alrededor de lo que ha constituido el centro de toda su vida matemática y de sus arduos esfuerzos en los últimos años,... son aspectos que todo el mundo puede percibir y que Barry Cipra ha sabido plasmar con acierto en este artículo de una docena de páginas. Para quienes quieren adentrarse un poco más en algunos de los aspectos matemáticos más importantes, el artículo ofrece también una visión, asequible para los no especializados, de las ideas relativas a las últimas etapas de la investigación en torno al problema, como los desarrollos alrededor de la conjetura de Taniyama-Shimura, formulada ya en los años 1950, que ha sido la clave del éxito de Wiles.

*Computer Science Discovers DNA. (Las ciencias de la computación descubren el DNA).*

En Mayo de 1994 Leonard Adleman, de la Universidad de California

del Sur, presentaba en una conferencia en el MIT la solución que había obtenido de un caso sencillo de un problema bien clásico de la teoría de grafos. Un grafo es un conjunto finito de puntos (vértices) en el plano y un conjunto de curvas (arcos) en el mismo plano, cada arco uniendo dos vértices del grafo. No necesariamente todos los vértices están unidos por arcos y puede haber varios arcos distintos uniendo los mismos vértices. El problema de Hamilton es el siguiente: en un grafo se señalan dos vértices y se pide, si es posible, construir un camino (sucesión de arcos) que vaya de uno de esos vértices al otro pasando una sola vez por cada uno de ciertos vértices prefijados del grafo.

El interés de la solución de Adleman para un caso particular bien sencillo del problema de Hamilton consistía en que había sido obtenida poniendo a trabajar durante una semana en un tubo de ensayo una colección de fibras de DNA, aprovechando las formas en que se enlazan las unidades A, C, G, T de nucleótidos. Mediante una selección y manipulación adecuada de las fibras de DNA había logrado modelizar el problema y a continuación las interacciones propias del DNA se habían encargado de proporcionar la solución. Lo que se pretendía demostrar con este ensayo es la posibilidad de conseguir en un futuro tal vez no muy lejano un computador biológico que, gracias a la posibilidad que ofrece la interacción espontánea de muchos billones de elementos moleculares permita arrostrar problemas que hoy día, como sucede con el famoso problema del viajante, que en realidad es un caso complicado del problema de Hamilton, resultan intratables mediante los actuales computadores electrónicos.

Cipra pone aquí de nuevo al alcance del no especialista las ideas básicas del experimento de Adleman, la interacción propia entre los protagonistas de su desarrollo, las perspectivas de este incipiente e intrigante avance de la ciencia actual, aprovechando para subrayar los aspectos de interdisciplinariedad presentes en él, tan característicos de la investigación moderna.

La habilidad de Cipra para conducir al lector de modo ameno y agradable a través de los más recientes logros de la actividad matemática y de sus aplicaciones hacen de esta pequeña obra (30 ensayos expositivos independientes) un magnífico ejemplo de buena divulgación matemá-



tica y un instrumento muy recomendable para quienes quieran informarse y hacerse capaces de informar a otros sobre aspectos de la matemática actual que van abriendo caminos de desarrollo hacia el futuro.

### **Referencia**

Barry Cipra, *What's Happening in the Mathematical Sciences*, (Volume 1, 1993, 49 páginas), (Volume 2 edited by Paul Zorn, 1994, 53 páginas), (Volume 3, edited by Paul Zorn, 1995-1996, VI+113 páginas), American Mathematical Society, Providence, Rhode Island, USA.

Miguel de Guzmán  
Universidad Complutense, Madrid

# CALCULADORAS GRÁFICAS TEXAS INSTRUMENTS

## LA MEJOR SOLUCIÓN PARA PROFESORES Y ALUMNOS

### TI 92

- El rendimiento de un ordenador y la independencia de una calculadora de bolsillo.
- Editores de Texto y de Datos.
- 128 ó 256 K de Memoria.
- Geometría Interactiva, manipulación simbólica. Teclado Qwerty.



### TI 83

- Calculadora gráfica polivalente para la enseñanza secundaria y la universidad con funciones de matemáticas empresariales y funciones elásticas complejas.

### TI 86

- Poderosa calculadora gráfica con importantes opciones para estudios de matemáticas superiores, ingeniería y ciencias.

(91) 514 08 90 - 902 444 999

[www.ti.com/calc/docs/espana.htm](http://www.ti.com/calc/docs/espana.htm)

Información en el Centro de Recursos  
para la Enseñanza Texas Instruments  
C/ Gobelos, 43 (Urb. La Florida)  
28023 Madrid

Tel.: (91) 307 72 18 - Fax: (91) 307 68 64

 **TEXAS  
INSTRUMENTS**

