

ICMI Study núm. 4[†]

La popularización de las Matemáticas

A diferencia de las demás ciencias, las Matemáticas, o al menos ciertos aspectos de ellas, son enseñadas a todos los alumnos en edad escolar; es esto lo que hace que la enseñanza de las Matemáticas sea tan importante. Por otro lado hay pocas ciencias, si es que hay alguna, que susciten reacciones tan negativas, o que sean tan mal entendidas, como las Matemáticas. La mayoría de las personas, por ejemplo, ni siquiera considera que las Matemáticas sean una ciencia viva.

Este estudio tratará de la imagen pública que tienen las Matemáticas y los matemáticos. En él se pretenderá identificar las necesidades específicas, a fin de proponer caminos con los que las Matemáticas se podrían popularizar con mayor eficacia. Algunos de estos caminos no son exclusivos de las Matemáticas; también valen para la popularización de cualquier ciencia individual, o de las ciencias en general. No obstante, la popularización de las Matemáticas tiene características especiales: obstáculos, coacciones y dificultades por un lado e importantes posibilidades y oportunidades por otro. La situación actual y los logros que se han conseguido varían en cada país, y existe la necesidad de intercambiar opiniones a nivel internacional a fin de comparar experiencias, cla-

rificar ciertas cuestiones, y promover más reflexiones y actuaciones en el futuro.

En septiembre se celebrará un importante congreso en Inglaterra (Leeds, del 17 al 22 de septiembre de 1989) que tendrá una vertiente nacional en la que se espera participen todos los interesados en el tema y una segunda vertiente internacional, organizada no obstante a nivel nacional, que consistirá en una importante exposición de películas, videos y conferencias. Cada una de las dos vertientes se beneficiará de la otra y la planificación de las dos será cuidadosamente coordinada.

El presente documento constituye la primera aportación a la vertiente internacional del citado Congreso. Esperamos que, tal como ya ha ocurrido con anteriores documentos del ICMI, sirva para fomentar la aparición de contribuciones escritas en todo el mundo. Tales contribuciones, junto con el presente documento, formarán la base de los informes y coloquios en Leeds. Las Actas de la reunión serán publicadas posteriormente como el Estudio 5¹ del ICMI.

1. Un marco general: necesidades y métodos de la popularización de la ciencia.

Comencemos por unas cuantas observaciones generales.

Los avances científicos y la vida cotidiana de las personas están, aunque indirectamente, íntimamente relacionados.

[†] Este documento apareció publicado en el *Boletín* núm. 24 del ICMI (Comité Internacional para la Educación Matemática) y fue entregado a todos los participantes en el ICME-6 de Budapest (agosto, 1986). Traducción de Claudi Alsina.

¹ Nota: El ICMI viene elaborando este tipo de estudios anualmente. El correspondiente a 1986 fue «Las Matemáticas en Primaria y Secundaria en la década de los noventa» del que hay una versión en castellano publicada por la Editorial Mestral, C/ Barcelonina, 2, 9º, Valencia. En esa misma editorial está publicada la aportación española a ese debate con el título *Aportaciones al debate sobre las Matemáticas de los noventa: Simposio de Valencia*. Esperamos que este nuevo estudio también sea traducido.

A.G. Howson
J.P. Kahane
H. Pollak

Las decisiones estratégicas de los estados en cuestiones económicas, militares y ambientales, están condicionadas por cambios tecnológicos y a su vez, dan lugar a nuevos retos tecnológicos. Así se establecen cadenas de relaciones que afectan a todos los empleos, al medio ambiente, a la salud pública, a las comunicaciones, a la vida casera y familiar... Un ciudadano bien informado, sea cual sea su ocupación, debe comprender al menos algunos de los criterios según los cuales dichas decisiones se toman y tener ciertos conocimientos de los avances que dichas tecnologías suponen. Semejante conocimiento científico general es una necesidad democrática y económica en todas las sociedades modernas y su consecución bien podría representar uno de los retos sociales decisivos del futuro.

Sin embargo, actualmente hay una gran divergencia entre los avances de la ciencia y el nivel de comprensión de la inmensa mayoría de los seres humanos. Aunque la ciencia es universal y debería ser un motivo de unificación entre las personas, vemos cómo la investigación y la enseñanza científicas pueden ser organizadas de tal manera que contribuyan a aumentar las desigualdades y las frustraciones. Aunque se emplean conceptos científicos en prácticamente todos los aparatos que son de uso diario, demasiadas personas son incapaces de captar las ideas científicas, no saben lo que es una manera científica de pensar, y, como resultado, tienden con demasiada frecuencia hacia modos de pensamiento irracionales. Aún los que cuentan con un nivel cultural alto y están muy bien dotados, carecen demasiado a menudo del tiempo o de alicientes suficientes como para mantenerse al día en cuanto a los progresos actuales.

Ésta es la situación a la que tienen que responder los que están involucrados en la popularización de la ciencia. Por un lado, hay un aumento exponencial de conocimientos científicos circulando entre los pequeños grupos de especialistas que los producen. Por otro lado, hay una necesidad general y social de una mayor comprensión a nivel popular de los descubri-

mientos, ideas y logros alcanzados, así como un mayor conocimiento del pensamiento científico. Cualquier intento de cubrir estas necesidades forma parte de la popularización en su sentido más amplio. En un sentido más restringido y de esto se trata en el presente estudio, la popularización de la ciencia abarca todos los esfuerzos que se hagan, o que se pudieran hacer, para cerrar la brecha entre los avances científicos y el conocimiento e información públicos, aparte de aquellos que se realicen dentro de los sistemas escolares y de enseñanza superior.

El proceso de popularización implica tres factores: los temas que han de considerarse, los sectores de público a los que se quiere interesar y los medios que se utilizarán en los procesos de comunicación. A fin de que las decisiones sean consecuentes será necesario especificar los objetivos y criterios sobre los que se basan.

Ningún tema debería ser excluido de entrada. Cuando la ciencia conoce un auténtico avance, ello debe darse a conocer fuera del pequeño círculo de especialistas que hayan participado en dicho avance. Cualquier esfuerzo que se haga para darlo a conocer, para explicar el significado que tiene a un público más amplio, forma parte del proceso de la popularización, la cual puede ocurrir en varios niveles. En un nivel más alto, la diseminación de temas avanzados (a través de ensayos expositivos, por ejemplo) es una etapa extrema, pero esencial, del proceso general. No obstante, existen muchos otros temas de interés, aparte de la investigación contemporánea: por ejemplo, la historia de un tema, sus aplicaciones (especialmente si éstas tienen un carácter innovador) un conocimiento de la clase de gente involucrada en aquella ciencia y una comprensión de sus motivaciones.

De la misma manera, no se debería excluir a ningún sector del público. Los niños de todas las edades, los trabajadores, los ciudadanos, toda clase de gente profesional, hasta científicos de otras disciplinas. Todas las motivaciones se deberían tener en cuenta: el interés profesional, la curiosidad, la cultura general..., pero también los prejuicios y los temores.

Todos los medios de comunicación también se deben explotar: los libros, los periódicos, las revistas, las películas, las exposiciones, los programas de televisión y de radio, el *software*... Los programas educativos, es decir, de educación continuada, desempeñarán un papel decisivo que será complementario al de la popularización. Los juegos y los concursos también jugarán un papel especialmente en las Matemáticas. Sea cual sea el medio, la popularización caminará paralelamente a las traducciones y su calidad dependerá de la habilidad y la experiencia del traductor. Algunos de éstos son profesionales: escritores científicos y periodistas. Bien podría ser que tengan que hacer de catalizadores, involucrando a los científicos, a los profesores y a otros profesionales en el proceso general de la popularización.

2. Características particulares de la popularización de las Matemáticas

La popularización de las Matemáticas da lugar a ciertos problemas especiales. Primero, la relación que mucha gente tiene con las Matemáticas está condicionada por lo que les haya ocurrido en la escuela. Las consecuencias afectivas a menudo eran considerables: el entusiasmo, el interés, la desgana, el aborrecimiento y con demasiada frecuencia, el miedo. Ello tiene que ver con el éxito que uno haya tenido en la escuela en lo que se refiere a las Matemáticas y con la opinión generalizada de que las Matemáticas requieren una clase de mente muy especial y que sólo atraen a los que tengan una disposición muy determinada.

Los matemáticos pueden contribuir a reforzar esta opinión, bien negándose a participar en la popularización de la asignatura, o bien por la forma como se comporten y expliquen las cosas a los que no estén introducidos en la materia.

«Fíjense en los cerebros matemáticos que única y exclusivamente se dediquen a estas ciencias. Cuán solitarios son; cuán poco preparados para convivir con los demás; ¡cuán poco equipados para servir al mundo!»

Éste es el concepto que de los matemáticos tenía un tal Roger Ascham, pedagogo del siglo XVI y tutor de la reina Elizabeth I de Inglaterra y queda reflejado en muchos escritos posteriores. Blaise Pascal, que estaba íntimamente relacionado con las Matemáticas solía contrastar el «esprit de géométrie» (una mente matemática) con el «esprit de finesse» (una mente exacta). La segunda era un atributo de los «*honnêtes gens*» (la nobleza y la alta burguesía), mientras la primera se tenía en poca consideración. Este contraste siempre ha constituido un tema predilecto en las disertaciones de las escuelas secundarias francesas y ha contribuido a la opinión de que los matemáticos son una gente extraña, divorciada del mundo real.

Los matemáticos refuerzan esta opinión cuando hablan o escriben de sí mismos y del mundo matemático. Como lo dice H.E. Robbins, un célebre popularizador, en su artículo sobre *Las aventuras de un Matemático*, de Ulam: «si los matemáticos se nos presentan como unas máquinas de pensamiento en el proceso de fabricación, sin ninguna relación evidente con padres, cónyuges, o niños, e insensibles a las preocupaciones de nuestros tiempos, [...] si la inteligencia matemática parece estar estrechamente asociada con la privación emocional y con la alienación social, entonces... nos esperan muchos problemas».

Planteemos unas cuantas preguntas para estimular el coloquio. ¿Cuál es el concepto que la gente normalmente tiene de los matemáticos? ¿Hasta qué punto influye este concepto en el deseo de estudiar Matemáticas, o en el caso de que surja la posibilidad, de apoyar a los matemáticos en su trabajo? ¿Hasta qué punto contribuyen a reforzar las opiniones inapropiadas las películas o los libros que tratan de las Matemáticas o de los matemáticos?

Dada la importancia que tiene la relación afectiva entre los individuos y las matemáticas, ¿podemos reconocer unánimemente que uno de los propósitos de la popularización debe ser el de crear una mentalidad favorable a las Matemáticas donde quiera y cuando quiera que sea?

Otra de las características de las Ma-

temáticas que impide la popularización es la clase de temas sobre los cuales trabajen los matemáticos.

Hasta las partes más abstractas de la Física o de la Biología tienen algún vínculo directo con alguna materia práctica importante: el espacio, el medio ambiente o la salud. La topología de los espacios de 3 o 4 dimensiones, los grupos finitos, o las propiedades de $\zeta(s)$ en la banda crítica no pueden ser vinculados tan fácilmente con problemas importantes de la vida real. (Y cualquier intento de establecer un vínculo podría resultar contraproducente.) Como ha señalado L.A. Steen (en *Las Matemáticas; nuestra cultura invisible*), podría ser que la frontera de investigación de las Matemáticas sea de otro orden de magnitudes todavía más difícil de comunicar que las fronteras de otras ciencias y que en muchos casos, ni siquiera un científico profesional intentará comprender una nueva dirección en las Matemáticas.

Esto aparentemente contradice nuestra norma anterior según la cual ningún tema debería excluirse de la popularización. De aquí sale la pregunta: «En el estado actual de las Matemáticas, ¿hay temas que sólo se puedan explicar a otros matemáticos?»

Aún a nivel de un artículo expositivo para matemáticos, existe otra dificultad. La ciencia no es nunca la mera acumulación de unos resultados, pero esto vale aún más para las Matemáticas que para cualquier otra ciencia. Cuando un teorema es producido, el resultado más significativo pueden ser los lemas. Cuando un problema es resuelto, en seguida pierde interés —el nuevo foco de interés son los métodos aplicados para encontrar la solución. Los teoremas y los problemas, en la mayoría de los casos, son el centro de la atención durante un período limitado de tiempo.

Son los lemas y los métodos los que facilitan la materia necesaria para que se descubran nuevas teorías, nuevos conceptos y nuevas definiciones.

¿Cómo es posible presentar de una manera convincente la verdadera dinámica de las Matemáticas como una ciencia viva?

La imagen pública de las matemáticas y de los matemáticos y el carácter esotérico de los temas más avanzados hace que su popularización sea verdaderamente difícil. No obstante, hay otras características de las Matemáticas que quizá sirvan para hacer que sea más fácil nuestra tarea.

a) *El papel de los problemas*

Encontrar soluciones forma parte de las Matemáticas de las escuelas, así como forma parte también de la actividad de los matemáticos profesionales. No hay ninguna actividad de escuela en la cual se refleje la actividad del investigador con mayor exactitud. «Cómo resolverlo» es una introducción natural y poderosa a los resultados y a los métodos. La popularización, entonces, no tiene únicamente que ver con la transmisión de la información, sino que también abarca la involucración del público en las actividades matemáticas.

b) *Conexiones históricas y culturales*

No existe ciencia alguna que pueda enorgullecerse de tener tal historia ni de manifestar tantas conexiones culturales. Por ejemplo, el ICMI Study I (*The influences of computers and informatics on mathematics and its teaching*), demostró de qué forma estas conexiones culturales pueden fortalecerse mediante el uso de computadores, ya que bajo su influencia, muchas áreas de las Matemáticas han cobrado nueva vida después de un largo período de permanecer dormidas. El trazar la historia de una materia puede constituir un modo fácil y útil de acercarse a la popularización en todos los niveles. Por otra parte, la visión de cómo las mismas exigencias en distintas sociedades han conducido a parecidas, aunque superficialmente distintas, ideas matemáticas puede mostrar hasta qué punto las Matemáticas tienen base cultural.

c) *Nuevas aplicaciones*

En los últimos veinte años las Matemáticas han sido reconocidas como herramienta útil, cuando no esencial, en muchas disciplinas y tecnologías.

El ICMI Study 3 (*Mathematics as a service subject*), considera las implicaciones que este reconocimiento tiene en la enseñanza superior. Sin embargo, las implicaciones son igualmente importantes para otros niveles de enseñanza, así como para su popularización. El interés del público en las aplicaciones de las Matemáticas —en su contribución al bienestar de la sociedad— bien podría aumentar el interés por las propias Matemáticas.

¿Qué más factores «positivos» hay para considerar?

3. Los métodos de popularización

Los métodos empleados dependerán del público al que vayan dirigidos los esfuerzos concretos. Deseamos preparar el terreno para que el público participe de las Matemáticas y de su uso con ilusión, en una gran variedad de circunstancias. Si se es joven, esto significa que uno anticipe las Matemáticas en la propia educación; si se es mayor, usándolas en la vida ordinaria, en el trabajo y en responsabilidades cívicas y en el papel que desempeñarán en la educación de los hijos o los nietos.

Las conferencias populares, la televisión, los museos, las exposiciones itinerantes, las películas y obras de teatro. . . , todo puede aprovecharse a fin de crear esta asociación mental favorable para las matemáticas. Confiamos en que un resultado concreto de este estudio será el reunir un conjunto de buenos ejemplos procedentes de distintas partes del mundo. Sugerimos que debería efectuarse un estudio cuidadoso de los montajes, películas o libros concretos acerca de las Matemáticas o de los matemáticos desde distintos puntos de vista; sus metas y objetivos, su calidad, el impacto positivo que han tenido (*favourable mental association*), su impacto negativo (*mark all Mathematical heads. . .*) y en general, las reacciones de la audiencia «marco».

A muchas personas se les presenta mediante sus profesiones, una importante motivación para renovar el contacto con alguna área de las Matemáticas. La popularización puede ofrecer una «segunda oportunidad» para aquellos cuya ante-

rior experiencia con las Matemáticas no fue un éxito. Muchos «libros populares» sobre Matemáticas pueden contribuir a este fin. La popularización puede satisfacer una necesidad concreta en relación con las nuevas tecnologías (robótica, gráficas mediante ordenador, diseño por ordenador. . .) métodos estadísticos en las ciencias sociales, agricultura, biología. . . Parte de esta popularización puede incluirse en la formación continua, en *software* para la autoenseñanza y técnicas generales contenidas en revistas profesionales. ¿Cómo organizar mejor este tipo de popularización? ¿Cuáles son las posibles trampas que han de evitarse? ¿Cómo averiguar las necesidades de los lectores y sus reacciones ante los libros, revistas, etc., que leen?

Los científicos constituyen un caso particular, lo mismo que el conjunto de matemáticos y profesores de Matemáticas profesionales en todos los niveles de la enseñanza. ¿Estamos satisfechos con las comunicaciones y libros sobre nuevas tendencias en las Matemáticas? ¿Si no, qué sugerencias podemos ofrecer?

El involucrar a otros en actividades matemáticas es una manera muy especial de propularizar, hasta cierto punto desconectada de las tendencias en las Matemáticas modernas, ya que todavía se puede sacar mucho provecho de los conceptos y problemas clásicos. El problema del lobo, la cabra y la col ha entretenido a numerosas personas durante más de mil años y sin duda continuará haciéndolo. Las columnas matemáticas en la prensa, *puzzles* matemáticos como el cubo de Rubik, y muchos juegos, por ejemplo *awele* o *kala* en África han provocado el interés y la curiosidad de millones de personas. ¿Cómo podemos aprovechar mejor estas oportunidades para la popularización? ¿Podemos analizar la relación entre «saber hacer» en los *puzzles* y juegos, y modos de pensamiento matemáticos? Si empleamos tales métodos de popularización, ¿cómo impedir que las Matemáticas sean asociadas con la solución de problemas insignificantes?

Últimamente se han desarrollado las competiciones matemáticas, las cuales han atraído la atención de muchos países.

¿Cuál es el impacto en la sociedad de competiciones tales como las muy selectivas Olimpiadas Matemáticas Internacionales y de concursos que están abiertos a un número mucho más amplio de niños, por ejemplo el *Australian national Competition*?

Las conexiones con la historia y la cultura no siempre son aprovechadas como convendría. Quedan por explorar enormes filones. La historia de las Matemáticas comienza a ser tratada como parte de la historia humana general y ahora salen referencias, en libros y colecciones. Se pone cada vez mayor énfasis en el estudio de las Matemáticas en distintas sociedades y culturas. ¿Cómo aprovechar este conocimiento? ¿Existen buenos ejemplos de popularización que pueden ser descritos y comentados? ¿De qué modo los aspectos multiculturales de las Matemáticas pueden usarse como estímulo para su estudio? Tal y como hemos escrito arriba, las nuevas tecnologías ofrecieron nuevos estímulos y nuevas herramientas. Las gráficas por ordenador han permitido la introducción de nuevas y avanzadas Matemáticas a gran número de personas: pensar en el interés levantado a causa de la gran belleza de las gráficas asociadas con los conjuntos Mandelbrot y Julia. Una nueva gama de actividades matemáticas también puede introducirse a través del ordenador. ¿Cómo aprovechar mejor el micro para la popularización de las Matemáticas? ¿Qué *software* existe para este propósito? ¿Con qué efectividad involucra al usuario en las

Matemáticas antes que en el arte, pongamos por ejemplo?

No todas estas preguntas serán relevantes para aquellos que proceden de países en vías de desarrollo. Sin embargo, existe una rica cantidad de experiencia matemática en cada grupo étnico, a menudo calificada de *etnomatemáticas*. ¿Hasta qué punto se relaciona esta experiencia con la imagen pública de las Matemáticas y cómo puede aprovecharse para popularizar el tema?

Los métodos no significan nada sin los practicantes. Este estudio proporciona una oportunidad para reunir puntos de vista y experiencias personales, valorar el papel específico de unas cuantas personalidades «dotadas» (popularizantes adeptos o figuras populares del mundo de las Matemáticas), y estimular la participación de todos los matemáticos y profesores de Matemáticas en el proceso de la popularización. En particular, hay que matizar con más precisión la responsabilidad de los matemáticos profesionales en la popularización. ¿Qué papel personal debería desempeñar cada uno de ellos? ¿Cómo involucrar mejor en el proceso a los profesores de Matemáticas?

¿Cómo estimular mejor a escritores y dramaturgos a que desarrollen temas matemáticos? ¿Cómo estimular la lectura y la labor editorial? ¿Cómo construir sobre los mejores ejemplos de popularización que podemos ver, leer, oír y en qué podemos participar hoy día?

Anteriores estudios ICMI

The influence of computers and information on mathematics and its teaching, Cambridge University Press, 1986.

School Mathematics in the 1990s, Cambridge University Press, 1986.

Mathematics as a service subject, Cambridge University Press, 1988.

Mathematics education and cognition (en prensa).

Ver también:

Selected papers on the teaching of mathematics as a service subject, Springer-Verlag, 1988.