

El desarrollo de la sociedad y las Matemáticas en la Universidad

Sebastià Xambó Descamps

Universitat Politècnica de Catalunya

Como matemático quiero primero expresar mi satisfacción, y me gustaría que este fuese el sentir de todos, por el hecho de que el Congreso de los Diputados reaccionara ante el *Año Mundial de las Matemáticas*, en el cual apenas hemos entrado, apoyando sus fines, primero con la correspondiente aprobación de la proposición no de ley, y ahora con la organización de esta *Jornada matemática*. Para las personas que de política no tenemos más noción que la transmitida por la televisión y los periódicos, este hecho resulta incluso sorprendente, ya que la fructificación de tales iniciativas sólo parece concebible si la vida parlamentaria ordinaria es más rica y matizada de lo que permiten inferir los medios de comunicación.

En todo caso es un deber congratular al Congreso de los Diputados, y a todas las personas que han hecho posible esta *Jornada*, aunque sólo fuese por el hecho de que, se sea consciente o no de ello, el tema de las Matemáticas, y su enseñanza a todos los niveles, es importante para la sociedad en general. Las iniciativas del Congreso reconocen implícitamente esta valoración, lo cual, por otra parte, está en línea con el segundo punto de la declaración de Río de Janeiro, esto es, con promulgar que *la matemática es una de las principales claves para el desarrollo*.

Esta afirmación adquiere sustancia sólo con recordar el papel que históricamente han jugado las Matemáticas en la Ciencia, particularmente la Física, y en la Técnica. Fue Galileo quien primero constató la importancia de este papel con una expresiva metáfora: «el libro de la naturaleza está escrito con caracteres matemáticos». Éste es sin duda el caso del extenso primer capítulo sobre la «naturaleza mecánica», que es la que escrutaba Galileo, y cuya importancia fundamental en la sociedad actual es visible por cualquiera, sea en el transporte, la industria, o los viajes interplanetarios.

La metáfora reapareció en el capítulo sobre la «naturaleza eléctrica», iniciado en el siglo pasado y cuya escritura ha proseguido con vigor creciente en el siglo XX. Es claro que la actual civilización no sería posible sin la comprensión y dominio de la Electricidad y el Magnetismo, a todas las escalas, y a su vez esta comprensión y dominio no serían posibles sin las Matemáticas.

A este papel instrumental de las Matemáticas hay que añadir un papel todavía más central

que ha emergido paulatinamente en las últimas décadas con las nuevas tecnologías informáticas y de comunicación. Todos los análisis indican que nos dirigimos hacia un «mundo digital», un mundo en el cual el grueso de la economía estará formado por productos digitales y del cual tenemos ya indicios con los discos compactos, la telefonía móvil y la televisión digital. Ahora bien, esta digitalización masiva hacia la cual tiende el mundo es en buena parte un proceso matemático: la información digitalizada (incluyendo el dinero) de hecho no es más que números, y los tratamientos a los que hay que someter esta información para su transmisión, almacenamiento y uso no son más que operaciones matemáticas sobre dichos números. Más todavía, la garantía de que tales operaciones son seguras y eficientes es proporcionada por teoremas matemáticos cuyo descubrimiento y demostración no tuvo, por lo general, nada que ver con las aplicaciones.

En todo caso vivimos un momento histórico en el cual las Ciencias Físicas, la Tecnología y las Matemáticas convergen en un punto que hace posible objetos como el disco compacto o el teléfono móvil. El papel de las Matemáticas aquí no es sólo instrumental, sino una componente más de los sistemas. En los dos casos citados, por ejemplo, la calidad de su funcionamiento depende de modo crucial del uso de códigos autocorrectores, que son esquemas matemáticos de codificación y decodificación descubiertos en las últimas décadas y que permiten que la calidad de la música del disco compacto no se vea alterada de modo inaceptable por defectos de la superficie del disco o por su gradual deterioro con el uso.

El mundo digital al que nos hemos referido, distribuido en la red, es llamado «ciberspacio», y se habla abiertamente de su «colonización». Se habla también, más allá de la sociedad de la información, de la del conocimiento. Creo que este fenómeno ha de ser visto como una oportunidad histórica para un país como el nuestro en el que la tradición matemática no ha tenido la fuerza de la de otros países, pero que afortunadamente en el último cuarto de siglo ha despegado hasta alcanzar niveles internacionales muy respetables. Otros ya se están moviendo organizadamente, y no veo razón alguna para que aquí no podamos hacer lo mismo, para que no podamos dar los pasos adecuados para contar, en la sociedad del conocimiento, como quien más.

De acuerdo con lo expuesto, resulta claro que es importante para el país, sobre todo en lo que se refiere a su futura economía, que sea capaz de garantizar que el ciudadano corriente tenga unos conocimientos apropiados de Matemáticas (erradicar el anumerismo debiera ser el objetivo) y, al mismo tiempo, que el número y calidad de los matemáticos (junto con el de científicos e ingenieros), y de los medios a su disposición, sean suficientes.

Pero en las actuales circunstancias no parece fácil alcanzar plenamente estos objetivos. Si de un lado hay indicios fidedignos de que el crecimiento (al menos cuantitativo) de la investigación en Matemáticas ha sido espectacular, ya que actualmente España produce el 4% de los artículos en esta materia, y que la enseñanza en las facultades tiene muchos aspectos positivos, hay un buen número de dificultades y problemas diversos. Intentaré destacar unos pocos de los que me parecen más importantes, y sugerir, aunque sea de un modo muy preliminar y a título dialéctico, algunas de las ideas y líneas de trabajo que me parecen indispensables para poder avanzar en el sentido aludido.

Una primera cuestión es la preparación de los estudiantes que llegan a la Universidad. Este punto fue el foco, en el Reino Unido, del informe Howson encargado por la Sociedad Matemática de Londres, el Instituto de Matemáticas y sus Aplicaciones y la Real Sociedad de Estadística (*Tackling de Mathematical Problem*, 1995). No teniendo constancia de la existencia de un informe global sobre la misma cuestión en España, pero habiendo detectado ciertamente una preocupación general sobre el problema, son necesarios algunos comentarios.

En el caso del Reino Unido, se afirma que «los cambios recientes en la enseñanza de las Matemáticas en primaria y secundaria pueden haber sido ventajosos para algunos estudiantes, pero no han construido los fundamentos para mantener la cantidad y calidad de los matemáticamente competentes y han sido altamente desventajosos para todos los que han de continuar su educación matemática después de secundaria». Es bastante seguro que una buena parte de estas afirmaciones son aplicables a nuestro sistema educativo y que la actual situación favorece la tendencia a que lo sean.

Por ejemplo, parece ser que actualmente, al menos en algunas comunidades autónomas, hay más demanda que oferta para las plazas de enseñanza de las Matemáticas, de manera que un número significativo queda cubierto con especialistas de otras materias. Sea lo que fuere, quizá sería conveniente, para salir de dudas de un modo objetivo y lejos de cualquier apriorismo, que un grupo de trabajo cualificado pudiera delinear y formular con precisión cuál es nuestra situación real.

Las recomendaciones del informe Howson fueron que se creara una comisión encargada de presentar sintéticamente el estado de la educación matemática desde primaria hasta la Universidad y de asegurar directrices sólidas y adecuado apoyo a todas las personas que la imparten, o que están involucradas en su organización. Dicho grupo debiera asegurar que las diversas cuestiones sean debatidas abierta y extensamente por todos los sectores implicados. Además, el proceso para identificar representantes apropiados de la educación terciaria debiera incluir consultas a sociedades científicas y profesionales.

¿Se dan actualmente las condiciones para que una iniciativa de esta envergadura tenga sentido en nuestro país? Yo creo que sí, y que vale la pena examinarla con cuidado. Es difícil imaginar avances significativos sin un conocimiento detallado de nuestra realidad y de nuestros propios problemas.

Ahora quisiera hacer algunos comentarios sobre la cuestión de la matemática pura *versus* la matemática aplicada. No quisiera que mi posición a favor de explorar todas las posibles aplicaciones de las Matemáticas, y de que los esfuerzos en esta dirección aumenten sustancialmente en los años venideros, sea entendida como una oposición al desarrollo de la matemática pura. Más bien es al contrario: puesto que la historia nos muestra que las aplicaciones de las ideas matemáticas suelen aparecer mucho después de su desarrollo teórico, considero obligado que las Administraciones Públicas tengan siempre en cuenta este hecho en la distribución de los recursos y en la evaluación de los resultados. Con una visión meramente utilitaria y de corto alcance, los estudios del griego Apolonio sobre las secciones cónicas, que más de un milenio después fueron la llave que permitió a Kepler descubrir sus famosas leyes, se valorarían como irrelevantes; los trabajos de Galois sobre las condiciones de resolubilidad de las ecuaciones algebraicas, en los que se introdujeron los cuerpos finitos que en la actualidad se usan para la construcción efectiva de códigos autocorrectores, se habrían puesto de lado como simples disquisiciones teóricas; o los trabajos de Riemann sobre las ideas fundamentales que subyacen a la geometría, que sentaron, entre otras, las bases matemáticas de las teorías de Einstein, se hubieran tildado de meras especulaciones. El *tempo* de las ideas matemáticas suele ser, pues, mucho más largo que el de un mandato electoral o incluso que el de una o varias generaciones, y creo que para un país sería insensato ignorarlo a la hora de priorizar el destino de los recursos.

Otro aspecto que es preciso comentar es el del binomio docencia-investigación. En el estudio encargado por la Sociedad Matemática Americana con objeto de destilar recomendaciones útiles para la dirección de departamentos de Matemáticas en la próxima década (*Towards Excellence: Leading a Mathematics Department in the 21st Century*, 1999, referencia que agradezco a Manuel de León) se aboga por un perfil de departamento cuya misión incluya un compromiso de excelencia tanto en la investigación como en la docencia. Aunque el modelo en cuestión no es directamente transferible a nuestro entorno, algunas de sus características sí lo son, con todos los matices que se quiera.

De un lado se sigue afirmando que en la Universidad se ha de proseguir con la investigación de calidad. Pero es bien sabido que este empeño conlleva a menudo que la docencia sea considerada como un estorbo para la carrera investigadora y que, en consecuencia, su calidad sea baja en muchas

ocasiones. La recomendación del informe es precisamente que esta tendencia se ha de invertir si se desea que el departamento sobreviva saludablemente a los cambios a medio y largo plazo.

Es de notar que por docencia se entiende no sólo la de las asignaturas de la licenciatura propiamente dicha, sino también las que se imparten en otros estudios (docencia externa) y las incluidas en los estudios propios para preparar a los estudiantes respecto de los empleos reales que van a encontrar. De hecho, se considera indispensable incluir en el plan docente una proporción equilibrada de los tres tipos de asignatura, ya que por lo general resulta ser la manera más asequible de concretar la necesaria contribución desde la docencia de las Matemáticas a la realización de la misión de la Universidad. Se insiste, además, que el mejor perfil del docente es el de un profesor con curiosidad intelectual sobre la enseñanza, con una dedicación apropiada a la misma, y que es además responsable de llevar adelante un buen programa de investigación.

Para promover la innovación en la docencia, pueden jugar un papel muy importante las nuevas tecnologías y a este fin convendría que todos los centros pudieran disponer de los medios apropiados. Hoy, por ejemplo, se puede impartir una clase, o una sesión de laboratorio, por medio de un videoprojector con el cual se presentan, según convenga, los conceptos y resultados matemáticos, en hipertexto y gráficos de alta calidad; o la expresión transparente de los algoritmos pertinentes, por medio de lenguajes de última generación; o la ejecución de los mismos *in situ*, invocando un programa apropiado. Pero en general el profesorado no dispone de estos medios, ni de una conexión a internet desde el aula, con lo cual ha de retroceder al sistema clásico de tiza y pizarra, o al proyector de transparencias como mucho.

En la innovación en materia de investigación considero que es muy importante que en los estudios de licenciatura se introduzcan elementos de iniciación a la investigación, ya que el inicio formal a estas tareas según los programas de doctorado ocurre a una edad que juzgo demasiado tardía. El modelo de Proyecto Tecnológico introducido en la Facultat de Matemàtiques i Estadística de la Universitat Politècnica de Catalunya es un paso positivo en la dirección indicada, ya que el estudiante que elige esta modalidad ha de presentar un proyecto, ha de desarrollarlo (bajo la supervisión de un tutor) y ha de redactar y defender una memoria sobre el trabajo realizado y los resultados conseguidos. Se obtiene así una preparación excelente, comparable a la del proyecto de fin de carrera de un ingeniero o un arquitecto, tanto para proseguir investigación en Matemáticas como para acceder a otros empleos. Pero posiblemente se debe ir más allá, no en el sentido de alargar o complicar el proyecto tecnológico, sino en el de fomentar el espíritu crítico y la actitud investigadora ante cualquier problema o situación.