

Dependencia tecnológica y rigor matemático

EMILIO GARBAYO

Escuela TSI de Caminos, Canales y Puertos, Barcelona

1. *Motivación*

El presente artículo tiene su motivo en una constatación simple: un creciente inconformismo de profesores y educadores con los métodos pedagógicos de la llamada «matemática moderna» y, a la vez, la multiplicidad escindida e inconexa de formas que toma ese inconformismo, por ejemplo, experimentación directa de nuevos métodos pedagógicos por profesores de Bachillerato, EGB o incluso universitarios, pero en base a experiencias personales con teorizaciones muy débiles o bien estudios mitad psicológicos mitad sociológicos como el del clásico libro de Morris Kline, «El fracaso de la matemática moderna», o bien trabajos de profundo corte teórico, como los de los clásicos intuicionistas o el reciente de Erret Bishop, «Foundations of constructive analysis».

2. *Antecedentes*

Es bien conocido que el duradero divorcio que las matemáticas griegas produjeron entre la Geometría y la Aritmética sólo se comenzó a franquear (bien que en una manera práctica, poco teorizada) en épocas post-renacentistas y fue progresando con el desarrollo del análisis matemático y la final aritmetización de éste. Este desarrollo se imbricó con otros acaeceres matemáticos, como el descubrimiento de geometrías no euclídeas o la teoría de conjuntos de G. Cantor, que con un protagonismo secundario pero indiscutible le condujeron, por así decirlo, a varios puntos de cristalización entre los cuales se ha dado en considerar como central el programa de Hilbert para la formalización de las matemáticas. Así vino a reforzarse a un punto de máximo la consideración de las matemáticas como ciencia *objetiva* por excelencia, en atención a sus características de rigor extremadamente depurado.

Los críticos, más o menos agudos, del sistema vagamente delimitado como «enseñanza de la matemática moderna», tendrían que reconocerse con por lo menos una limitación: la de no preguntarse por el enlace, si lo hay, entre las formas filosófico-teóricas que toman los fundamentos de las matemáticas y las formas sociales que adoptan la enseñanza y la investigación de las mismas. Queda ahí la problemática inmensa de las relaciones entre las formas de las matemáticas que hemos dado en etiquetar como «teóricas» y aquellas que lo hemos hecho como «prácticas», hasta qué puntos y en qué medida esas relaciones son necesarias, etc...

3. *Presentación de la problemática*

Dejaremos de lado la problemática apenas esbozada, excepto en un punto concreto. La matemática formal se diseñó carente de significado, a base de un lenguaje analizable por métodos puramente sintácticos, lo que la hacía apta de interpretaciones muy diversas. La idea se hizo más consciente de que, incluso en mayor medida que antes se había pensado las teorías varias de Física, Química, incluso Biología o Sociología eran formalizables y, por tanto, esas disciplinas podían estudiarse, al menos en parte, con independencia del significado concreto de sus contenidos.

Esa indudable ventaja tiene su contrapartida si bien ésta no es demasiado aparente, ya que se deja etiquetar como «desventaja práctica». A saber, es posible enseñar y transmitir el conocimiento matemático con casi total independencia de los conocimientos previos de Física, Economía, etc... (conocimientos previos de matemáticas también) de los que resultaron por abstracción. No sólo eso, sino que también es posible hacer cierta «investigación» y publicar «resultados originales» (en el sentido de no haber sido previamente impresos en papel).

Es esa característica de abstracción en grado superlativo lo que, precisamente, permite que en ciertas condiciones el rigor formal sirva de freno a una comprensión de los apoyos profundos que mantienen y dinamizan el conocimiento y progreso matemáticos. En un país como el nuestro, de relativamente bajo nivel tecnológico, es fácil que las teorías matemáticas nuevas lleguen a las cátedras, a las universidades o a los estudios, a la manera de «modas», que se ven aparecer súbitamente, sin comprender su origen. En efecto, ese origen tuvo raíces años atrás, en problemas técnicos a los que, como país dependiente, no tenemos, en general, acceso. En aquel entonces, los problemas en cuestión tenían una formulación matemática rudimentaria, incluso no rigurosa. Sólo cuando han sido dominados en lo fundamental, queda tiempo y energía para pulir su formulación matemática y es después de esa mejora cuando, pa-

radómicamente, puede exportarse esta última «de consumo» a los sectores más retrasados del inmenso complejo mundial, que constituye el sistema de producción social de las matemáticas.

Piénsese, por ejemplo, en los trabajos de Pontriaguin sobre control óptimo de sistemas regidos por ecuaciones diferenciales y las investigaciones homólogas de Bellmann, y en los problemas de balística exterior, de optimización de la producción, etc..., de los que sólo podemos captar aquí, en España, un pálido reflejo; o quizá, en las técnicas de telecomunicaciones, radar, fotografía, etc..., que proporcionaron un sustrato para los trabajos de Norbert Wiener sobre análisis armónico.

Conviene, por lo pronto, prevenirse contra un primer posible espejismo, cual sería el de suponer más o menos inconscientemente que la «formalización» matemática permitirá recuperar, con gran velocidad y economía de medios, la técnica que originariamente le sirvió de sustrato. Eso está por demostrar, y quién quisiera hacerlo, habría de contar con la evidencia en contra, de la experiencia más cotidiana acumulada en estos quince o veinte últimos años, de las matemáticas, españolas.

4. Perspectivas en la problemática y modo de abordarla

Una precaución elemental para poder profundizar las ideas anteriores consistirá en evitar clasificaciones del tipo «dificultades prácticas» ver sus «dificultades teóricas», que en más de un sentido conlleva el eludir los juicios de valor o de utilidad. La historia de la ciencia nos ilustra admirablemente este punto con la ilusión determinista de Laplace, que consideró predeterminado el futuro por medio de la solución de los millones de ecuaciones diferenciales que expresan las acciones recíprocas de todas las partículas del universo, restando «sólo» la dificultad «práctica» de producir tal solución, cuya existencia matemática está, sin embargo, asegurada. Sólo cuando la Física fue capaz de formular teóricamente, las dificultades antes aducidas como prácticas, surgió la Mecánica ondulatoria para explicar el indeterminismo.

Nos exigimos, por tanto, el no relegar como irrelevante, mientras hacemos la historia de los métodos matemáticos, la aportación que estos hacen al conocimiento de las disciplinas colindantes y, de rechazo, al progreso y evolución de ellos mismos. Esa exigencia es, según nuestra opinión, la única manera de hacer coherente (si ello es posible de algún modo) nuestra vocación de estudiosos de las matemáticas, con la indefensión que sentimos al incorporarnos a inmensas corrientes de pensamiento matemático cuyo origen desconocemos excepto por, quizá, lo anecdótico. Los temas de investigación, las áreas de tesis, los métodos de enseñanza, incluso los libros de autores de vanguardia nos llegan como

«modas» ante las que nuestra actitud es a menudo, forzosamente pasiva, más sintónica con la espera de los caprichos de alta costura que la precisión del mundo matemático.

Las consideraciones anteriores ningún mérito pueden pretender, en orden a haber revelado hechos o situaciones desconocidas y, quizá, su única justificación para escapar a la trivialidad consistiría en la pretensión de haber señalado un tanto hacia aquello que, a pesar de ser mirado permanece, a menudo, sin ser visto.

Descubrimos así que si el matemático profesional quiere incidir en su propia historia, *a través* de su propia actividad teórica, tiene ante sí un panorama infinito de investigación. Naturalmente, eso no precluye otras formas no teóricas de incidencia, v. gr. políticas, ideológicas, etc.; formas que ya se vienen dando y que, sin duda, constituyen parte de las condiciones necesarias de la incidencia teórica que aquí reclamamos.

La magnitud de la tarea investigativa impide que este artículo tenga la menor sombra de aportación a ella. Nos contentamos únicamente, con señalar varias de las líneas que, de modo fugaz, se nos ofrecen a la encuesta; y no estaría de más señalar que algunas de ellas podrían dar luz, de un modo no demasiado mediato, a una política educativa que quisiera planificar conscientemente. Valga como reseña de posibles líneas investigativas, la siguiente lista:

- La enseñanza de la matemática moderna en España. Sus orígenes, sus centros de poder, etc..., por ejemplo, en que facultades hay especialidad didáctica y como está estructurada, como se diseñan los programas, como se relacionan esas áreas con las oposiciones a institutos de segunda enseñanza, como se objetivan los méritos, etc..., etc...
- El contexto mundial de dependencia tecnológica y matemática. Sus puntos de apoyo, por ejemplo cómo se eligen y potencian las áreas de investigación (USA, URSS, Gran Bretaña, etc...), como se eligen y se editan los textos, como se financian revistas y canales de información, como se deciden las grandes reformas educativas, etc..., etc...
- El contexto ideológico (sin que ese adjetivo sea peyorativo) de la enseñanza y la investigación, v. gr. el examen de las posturas reduccionistas (explícitas o implícitas) de las teorías particulares a las generales, por ejemplo, ¿se está preparando psicológica y técnicamente después de estudiar un texto sobre espacios vectoriales topológicos, para hacer lo mismo en el caso particular de las distribuciones?, ¿y para investigar en tal área «más particular»?

No es difícil imaginar que algunas, incluso muchas, de tales investigaciones llevarían a planes de estudio más aptos que los actuales, para permitirnos un progreso máximo, por ejemplo, a nivel universitario (y

aunque sea una pregunta demasiado poco elaborada en la actualidad) ¿qué sería más formativo teóricamente?, ¿revivir la olvidada teoría de números? que, en un sentido profundo, aglutina y recoge métodos de variadas y dispersas regiones de las matemáticas; o bien, ¿estudiar el álgebra o la topología abstractas?, que efectúan esa conjunción en un sentido mucho más formal que real. Esfuerzos de ese tipo, para revitalizar las matemáticas recuperando lo mejor que tienen internamente, y a cuyo acceso sólo se nos oponen fuerzas de naturaleza ideológica, podrían concurrir con los que necesariamente han de venir desde fuera, como la elevación del nivel general tecnológico español, a lo que se oponen, sin embargo, fuerzas mucho más directamente enraizadas en un sistema mundial de división del trabajo intelectual.

5. *Conclusiones y propuestas*

En este artículo se ha tratado de mostrar que la labor del historiador científico puede, en cierta medida, hacer converger su aspecto especulativo con una acción que permita mejorar las precarias condiciones en las que, en nuestro país, se va forjando la propia ciencia. Resulta obvio que esa acción sólo podrá pasar cierto umbral operativo, si cuenta con dedicado y desinteresado apoyo por parte de organismos públicos, que canalicen una ayuda material acorde a la magnitud de la tarea con la que, si queremos una mayoría, podemos enfrentarnos.