

Comentario sobre la Matemática Aplicada en España

por

Luis L. Bonilla, Amable Liñán y José Manuel Vega

Los autores comentan y dan su opinión sobre la situación de la Matemática Aplicada en España.

En el número de Septiembre de 2004 del Boletín del SEMA¹, los autores publicamos un artículo de opinión sobre la situación de la Matemática Aplicada en España. El objetivo principal del artículo fue mover a la reflexión sobre algunas deficiencias no corregidas y, en algún caso, aumentadas durante los últimos años. Tales deficiencias pueden hipotecar el futuro de la Matemática Aplicada española, e impedir que contribuya de modo eficaz al desarrollo científico y tecnológico del país.

Muy brevemente, los puntos principales de nuestro artículo eran:

- En la actualidad, hay un descuido y desconocimiento de las aplicaciones de las Matemáticas por parte de no pocos matemáticos españoles, muchos de los cuales se encuentran administrativamente en el área de Matemática Aplicada². El origen de este descuido y desconocimiento está en el divorcio entre los planes de estudio vigentes en las licenciaturas de Matemáticas y las aplicaciones.
- Como consecuencia de este divorcio, suelen utilizarse definiciones restrictivas de la Matemática Aplicada con las que se corre el grave peligro de convertir la Matemática Aplicada española en irrelevante.
- El desconocimiento de otras disciplinas suele tener repercusiones muy perjudiciales en la importancia y calidad del trabajo de los matemáticos aplicados. Si se quiere que la Matemática Aplicada sea significativa, eventualmente se deben resolver problemas de las disciplinas a las que se aplican las Matemáticas y darlos a conocer en las revistas de referencia de estas disciplinas, exponiendo los resultados obtenidos en un lenguaje propio del campo. Todo ello sin eludir publicar la matemática nueva que se haya descubierto o las cuestiones matemáticas más técnicas en revistas matemáticas, desde luego sin omitir una adecuada referencia al problema que haya originado los resultados expuestos.

¹L. L. Bonilla, A. Liñán y J. M. Vega, La Matemática Aplicada entre lo divino y lo humano, Bol. SEMA 29 (2004), 7-11.

²Área que, debido a una mera definición administrativa, en contraposición a las otras áreas de las Matemáticas que se definen con criterios de docencia e investigación, se debate entre ser un área generalista o un área con contenidos.

- Los informes conocidos sobre la situación de la Matemática española y el desglose por temas del Plan Nacional de Matemáticas y su influencia sobre la evolución de la investigación española en Matemática Aplicada son manifiestamente mejorables.
- La falta de criterio y de capacidad para juzgar la calidad del trabajo en Matemática Aplicada pueden perjudicar gravemente el futuro de este área. Ésto es así porque se dirigen los esfuerzos de la siguiente generación en la dirección equivocada, y se favorecen el conservadurismo y el escolasticismo frente a la búsqueda de soluciones relevantes y originales a problemas reales de las aplicaciones.
- El desconocimiento de las aplicaciones influye desfavorablemente en la enseñanza de las Matemáticas en otras disciplinas, particularmente en Ingeniería. La gran preocupación de quienes utilizan las Matemáticas en su trabajo como ingenieros o científicos porque su enseñanza está ligada a las aplicaciones se ve así desatendida por quienes deberían satisfacerla.

Partiendo de estos supuestos, los autores apuntábamos algunas ideas para mejorar la situación, consistentes en aprovechar la remodelación de planes de estudios, inminente en nuestro país, para introducir un estudio serio de las aplicaciones en los estudios de grado en Matemáticas y poner en marcha mecanismos de financiación competitivos y de evaluación profesional y no ideológica.

Se ha elaborado y aprobado el Libro Blanco del grado en Matemáticas que permite una mayor flexibilidad de contenidos. Ésto nos parece muy positivo y oportuno para que las universidades que lo deseen puedan subsanar en la educación de los matemáticos las deficiencias que hicimos notar en relación con las aplicaciones. Se tiene pues la oportunidad de mejorar sustancialmente la educación de los matemáticos aplicados españoles con este nuevo marco.



Ha aparecido un artículo escrito por Manuel de León y Enrique Zuazua (LZ)³ sobre el estado actual de la Matemática Aplicada en España. Este artículo no entra (ni tenía por qué hacerlo) en el fondo de ninguna de las cuestiones que poníamos de manifiesto, pero contiene afirmaciones que aumentan nuestra preocupación. El artículo usa varias estadísticas e informes

³M. de León y E. Zuazua, Matemática Aplicada en España: Presente y Futuro, Bol. SEMA 30 (2004), 11–22. El mismo artículo se publicó también en La Gaceta de la RSME, 7 (2004) n^o3, 665–677.

para apoyar la tesis de que todo va bien en este campo y que, siguiendo por el mismo camino, todo irá aún mejor. A continuación damos algunos ejemplos.

1. LZ se hacen eco del informe Andradás-Zuazúa (AZ)⁴ como estudio de referencia sobre la situación de la investigación matemática en España y, en particular, de la investigación en Matemática Aplicada. Uno pensaría que la mayor parte de la información sobre publicaciones en revistas de los matemáticos españoles se recoge anualmente en las memorias de Departamentos y Facultades universitarias y en las de los Organismos Públicos de Investigación (OPIs). Por tanto, bastaría con recabar esta información pública de los propios organismos (los primeros interesados en que se recoja fielmente una información que tanto les afecta), procesarla, contrastarla y aumentarla con criterios adicionales de recogida de datos. Sin embargo, el informe AZ aportó una metodología propia. En la Sección 2 (Metodología) de dicho informe se define como trabajo matemático el que aparece en revistas recogidas en la base de datos MathSciNet y, en casos "borderline" (es decir, posibles trabajos aplicados en revistas no matemáticas), aquel trabajo seleccionado por un comité de expertos cuya composición o criterios de selección no se especifican. El resultado de la metodología del informe fue la omisión de muchos trabajos de matemáticos aplicados españoles publicados en revistas de referencia (las de la sociedad SIAM, por ejemplo) y que ya estaban recogidos en las memorias de investigación de los organismos a los que pertenecen estos matemáticos⁵. Se consideraron revistas cuyo interés y bagaje en Matemática Aplicada o Matemáticas no están claros y se omitieron otras donde sí se publican algunos trabajos de matemáticos aplicados de relieve. Por ejemplo, el informe incluye⁶ trabajos en las revistas Physics Letters B, Physical Review D o Nuclear Physics B, pero no en Journal of Fluid Mechanics, Journal of the Mechanics and Physics of Solids, Physical Review E o similares⁷.

⁴La investigación matemática en España en el periodo 1990-1999, coordinado por Carlos Andradás y Enrique Zuazúa, CEAM 2000.

⁵La comprobación es fácil de hacer comparando los números de publicaciones en distintas Universidades recogidos en AZ con las memorias de dichas Universidades, y nos parece que no hemos sido los únicos en hacerla. Por ejemplo en el decenio 1990-2000 (considerado en el informe AZ), los matemáticos de la Universidad Carlos III publicaron nueve artículos en revistas de la sociedad de referencia en Matemática Aplicada SIAM, tres de los cuales aparecieron en la primera mitad del decenio. AZ contabilizaron un solo artículo matemático (de cualquier tipo) en este primer quinquenio, cifra notablemente inferior a la recogida en las memorias de investigación de la Universidad.

⁶Ver la Tabla 6.23. No sabemos cuántos trabajos pasaron la criba manual de los expertos, pero la composición de la propia lista a cribar ya indica la ausencia de matemáticos aplicados entre ellos.

⁷Seguramente el lector echará en falta otras revistas.

2. El desglose de temas en la primera edición del Plan Nacional de Matemáticas estaba en la misma línea. Por ejemplo, aparecía un epígrafe de "Cuerdas y Supercuerdas" dentro de Física Matemática y en ningún sitio aparecían áreas tradicionales en la Matemática Aplicada española e internacional como, por ejemplo, la de Mecánica de Fluidos. Aunque algún descriptor cambió después de aparecer nuestro artículo, en la segunda edición del desglose de los temas en el Plan se siguen observando contradicciones y hechos sorprendentes. Por ejemplo, la reiteración en la parte de Matemática Aplicada de las ecuaciones diferenciales, con área propia y varios epígrafes, mientras que no se considera un área propia de Simulación y Análisis Numérico a pesar de la importancia que muchos países avanzados dan a estas materias.
3. La definición restrictiva de trabajo matemático comentada antes puede conducir a la irrelevancia de la contribución de nuestros matemáticos aplicados a las aplicaciones. Es cierto que numerosos campos de las aplicaciones necesitan las Matemáticas para su desarrollo, y que la matemática necesaria se acabará generando incluso si no existe hoy en día. Pero para que sean matemáticos aplicados quienes encuentren esta nueva matemática, las aplicaciones deben estar involucradas, de modo serio y competente, tanto en su formación como en su trabajo de investigación.
4. Se utilizan de manera imaginativa ciertas estadísticas del ISI. Por ejemplo, en la lista de los catorce autores españoles más citados aparecen cuatro matemáticos, lo que debiera indicar el nivel alcanzado por nuestra matemática en comparación con otras disciplinas. A pesar de nuestro respeto científico por los cuatro matemáticos que aparecen, y de nuestro deseo de que se cumplieran tales expectativas, una somera búsqueda en el mismo índice⁸ nos hace dudar de que se puedan extraer conclusiones tan halagüeñas. Por ejemplo, ninguno de los ganadores del premio Abel (el "Nobel matemático"), J.P. Serre, M. Atiyah e I. M. Singer, aparecen en éste índice. De los cuarenta y cuatro premiados con la medalla Fields, sólo aparecen ocho, y entre ellos no están figuras como los ya citados J.P. Serre y M. Atiyah, ni S. Smale, R. Thom, P. J. Cohen, C. L. Fefferman, S. P. Novikov, C. T. McMullen, L.V. Hormander, L. Schwartz, A. Grothendieck, G. Faltings, etc. Tampoco están matemáticos como A. J. Wiles, A. N. Kolmogorov, V. Arnold, J. Moser, G. Whitham, J. B. Keller, H. B. Keller, H. McKean, D. Crighton, G. Barenblatt, O.

⁸Puede encontrarse en <http://go5.isiknowledge.com/portal.cgi>, bajo el epígrafe "Highly Cited Authors". Hemos contactado con la empresa comercial Thomson Scientific, que elabora esta lista, y hemos visto al menos dos razones para las anomalías detectadas: (i) sólo se tienen en cuenta artículos publicados desde 1981, y (ii) los artículos de un mismo investigador publicados en revistas de campos distintos corren un grave riesgo de ser atribuidos a investigadores distintos.

Oleinik, O. Ladyzhenskaya, S. Kruzhkov, M. Kruskal, S. Varadhan, G. Papanicolaou, B. Engquist, O. Pironneau, P. Benilan, J. Sethian, y un largo etcétera. Entre los 174 ganadores del premio Nobel de Física, solo aparecen 12 en este índice, que no incluye a J. Bardeen, P. G. De Gennes, K. G. Wilson, L. Esaki, H. Kroemer, R. P. Feynman, L. D. Landau, A. A. Abrikosov, V. L. Ginzburg, A. J. Leggett, G. 't Hooft, K. v. Klitzing, W. Ketterle, R.B. Laughlin, S. Weinberg, C.E. Wieman, etc. Y similares estadísticas se pueden encontrar cotejando las listas de ganadores del Premio Nobel en Química o Medicina (se buscará en vano a J. D. Crick y a F. H. C. Watson, por ejemplo). Aunque la lista de autores más citados contenga científicos, ingenieros y matemáticos de primer orden, no parece que quepa extraer de dicha lista consecuencias sobre la calidad relativa de los trabajos de autores de distintos campos o aún del mismo campo. Por otro lado, éste es un buen ejemplo, aplicable también al trabajo en Matemática Aplicada, de cómo conviene entender bien los límites de validez, y el significado y la relevancia de un dato o cálculo, antes de extraer conclusiones precipitadas sobre su valor y sus consecuencias.

No queremos terminar sin dejar pasar la oportunidad de hablar de la situación de la Ingeniería española y de su enseñanza, con las que los autores del artículo no parecen estar muy familiarizados⁹. Desde hace muchos años, numerosas escuelas de Ingeniería españolas tienen establecidas dobles titulaciones con sus homónimas europeas de élite¹⁰. Y si en los contactos que tal proceso conlleva se destaca siempre algo, es la considerable formación físico-matemática que reciben los alumnos en las escuelas españolas. No pocas pertenecen a consorcios europeos que reúnen a las escuelas de élite y a las mejores industrias (en el caso de Aeronáuticos, por ejemplo, el consorcio ECATA reúne a siete de las mejores escuelas europeas y a las grandes industrias del sector), o tienen en marcha programas de Master europeo (en el programa Erasmus mundus). Daremos además, dos datos y un hecho:

⁹En la página 21 del artículo LZ se afirma que ...las escuelas de Ingeniería españolas han de recorrer un importante camino para que podamos disponer en nuestro país de escuelas politécnicas de referencia internacional donde los alumnos tengan la posibilidad de complementar su formación en Ingeniería con una importante base científica y en particular matemática como ocurre en centros tales como la "Ecole Polytechnique de Paris", el "Politecnico de Milano" o la "Ecole Polytechnique de Lausanne" (sic).

¹⁰El ejemplo de la gran Escuela francesa de Ingeniería Aeronáutica Supaero de Toulouse con la ETSI Aeronáuticos de la Universidad Politécnica Madrid nos es más conocido, pero existen dobles titulaciones similares con escuelas europeas de élite en, al menos, las escuelas de Industriales, Caminos, Telecomunicación y Minas de la UPM, y varias de la UPC. También se mantienen intercambios de alumnos no graduados con centros de élite no europeos (MIT, por ejemplo). Y la lista de antiguos alumnos de escuelas de Ingeniería que hoy son catedráticos en las mejores universidades de Europa (incluyendo, por cierto, a la Ecole Polytechnique de Paris, aludida en la nota anterior) y Estados Unidos es también elocuente.

1. Un 25% de la participación española en el VI Programa Marco se realiza a través de la Universidad Politécnica de Madrid y la participación de la Universidad Politécnica de Cataluña es algo menor, pero similar.
2. La participación de Airbus-España (heredera de Construcciones Aeronáuticas) en el programa Airbus-380 (avión comercial de 600 pasajeros) es del 10%, cifra no desdeñable, y que se debe a algo más que a la participación española en el consorcio Airbus, que es solamente del 4%. Naturalmente, se trata de un sector industrial muy activo (el sector aeronáutico emplea a un 0,14% de la mano de obra industrial del país, y genera el 0,44% del PIB), pero existen numerosos ejemplos similares en otros sectores.
3. La demanda de titulados en Ingeniería en nuestro país sigue siendo muy importante, como reflejan los empleos que consiguen los alumnos al terminar sus carreras (e incluso antes) y el número de estudiantes que llenan las aulas de las escuelas.

Las consideraciones anteriores no deben llevar a una postura de autocomplacencia. Coincidimos con LZ en que las escuelas de Ingeniería (desde luego no sólo ellas, ni en mayor medida que otros sectores de enseñanza superior) han de recorrer un largo camino de mejora de la enseñanza para proporcionar al país los ingenieros que necesita. Para ello, la formación científica y matemática de sus alumnos deberá seguir la dirección de mayor integración de los contenidos teóricos relevantes con la modelización, aspectos computacionales y validación de los resultados obtenidos. Es decir, se debe recorrer el mismo camino indicado por LZ, pero en la dirección contraria.

Luis L. Bonilla
Departamento de Matemáticas; Escuela Politécnica Superior
Universidad Carlos III de Madrid
Avenida de la Universidad 30, 28911 Leganés
Correo electrónico: bonilla@ing.uc3m.es

Amable Liñán
Departamento de Motopropulsión y Termofluidodinámica
Universidad Politécnica de Madrid
Plaza Cardenal Cisneros 3, 28040 Madrid
Correo electrónico: alinan@aero.upm.es

José Manuel Vega
Departamento de Fundamentos Matemáticos de la Ingeniería Aeronáutica
Universidad Politécnica de Madrid
Plaza Cardenal Cisneros 3, 28040 Madrid
Correo electrónico: vega@fmetsia.upm.es