

la «modernización» del país se van a abrir las posibilidades de trabajo de aplicación para los matemáticos, o si solamente se tratará de que haya más chácharas electrónicas.

En resumen, parece que en el futuro previsible las perspectivas de trabajo para los matemáticos en el país sugerirán siendo principalmente las que existen en las instituciones públicas en la ciudad de México.

La Interacción de los matemáticos y los científicos

Esta clase de interacción es difícil en general en cualquier país, debido a los intereses distintos de los científicos y los matemáticos y a las dificultades de comunicación que exigen grandes esfuerzos de unos y otros. En los países avanzados hay muchos casos de interacción debido a que manejan un mayor grado de matematización en las ciencias y a las necesidades de su desarrollo tecnológico superior. En México ha habido muy pocos intentos de interacción porque no existen las condiciones anteriores. Creo que sería deseable que hubiera más interacción, ya que esto mejoraría las perspectivas tanto de las matemáticas como de las ciencias en nuestro país. El CINESTAV es posiblemente la institución que ofrece las mejores posibilidades de interacción, por la cercanía de los distintos departamentos, pero casi todos los investigadores estamos metidos en nuestros cubículos o laboratorios ocupados en nuestras propias cosas y produciendo «puntos».

Uno de los problemas que se presentan al tratar de aplicar las matemáticas a las ciencias es que se corre el peligro de hacer cosas intrascendentes o equivocadas, por no tener los conocimientos necesarios de los temas de aplicación. Abundan los artículos de aplicaciones de las matemáticas a la biología que no valen la pena ni como matemáticas ni como biología. Para hacer trabajos conjuntos serios entre matemáticos y científicos se necesita un verdadero esfuerzo de aprendizaje para comprender lo que hace el otro. Conozco muy pocos casos en los que esto se ha hecho en México.

investigación pero desestimulan la docencia. Está por demás señalar el efecto perjudicial que esta situación tiene en las perspectivas de las matemáticas en el país.

Las posibilidades de trabajo matemático

Los principales centros de trabajo para los matemáticos en México son las instituciones públicas de educación superior e investigación en la ciudad de México. Como las perspectivas de mejoramiento en estas instituciones son sombrías, veamos qué alternativas hay.

Algunas universidades privadas han atraído a matemáticos porque ofrecen salarios muy superiores a los nuestros. Los dueños y las autoridades de esas universidades en el mejor de los casos han oído hablar de la ciencia, pero no tienen idea de lo que es la investigación. Esto es bien conocido y lo he constatado por medio de algunos de mis colegas que se han ido a esas universidades. Por lo tanto en ellas es muy difícil hacer investigación: no se da el tiempo necesario puesto que los profesores son contratados para cubrir horas de clase, no hay bibliotecas adecuadas y en general no existen los medios ni el ambiente propicio para esta actividad. Para que esta situación cambiara, se necesitaría que las autoridades de esas universidades comprendiesen la relación que hay entre la investigación y la enseñanza avanzada, como es el caso en las buenas universidades privadas de los Estados Unidos, pero es muy difícil que esto ocurra porque esas personas por lo general no han tenido ellas mismas una educación avanzada. Por otra parte, la investigación científica y la investigación matemática tradicionalmente se conciben como actividades dirigidas hacia el progreso intelectual y cultural de la humanidad y el bienestar general de la población. Pero estos conceptos han sido ajenos a los intereses primordiales de las universidades privadas en México hasta ahora. Así que es improbable que veamos un surgimiento de la investigación en dichas universidades, que las hicieran lugares de trabajo atractivos para los matemáticos mejor preparados.

(afortunadamente esto último sucede muy poco entre los matemáticos). Hay personas que, para poder escribir más artículos, se alejan de la docencia y de otras actividades que requieren esfuerzos adicionales, como la investigación interdisciplinaria y la interacción con científicos. Un problema con el que yo mismo me he visto enfrentado es éste: Si me dedico exclusivamente a hacer una investigación sobre un tema muy difícil que me interesa, es posible que no tenga éxito, no tenga nada que publicar en varios años y en consecuencia me saquen del SNI; esto me obliga a no dejar de hacer también investigaciones que creo tener buenas probabilidades de terminar y publicar, ya que tengo responsabilidades económicas (por supuesto, procuro que estas investigaciones satisfagan mis propios criterios de calidad). Así, las consecuencias principales de los criterios cuantitativos son que promueven la mediocridad y la simulación en lugar de estimular la excelencia, y con ello se corre el riesgo de sobrevaluar a matemáticos, poco serios y de menospreciar a matemáticos valiosos. Yo creo que estos efectos son muy negativos, para el desarrollo de las matemáticas en México. Además creo que lo mismo sucede en las ciencias.

Otro tipo de evaluación que suele ser negativa para las matemáticas en México es el que se refiere a proyectos de investigación y otras actividades como organización de conferencias, viajes a congresos, invitaciones a profesores, etc. En ocasiones el CONACyT, la Secretaría de Educación Pública (SEP) y otras instituciones que apoyan estas acciones, para evaluar las solicitudes recurren a personas que saben poco de matemáticas y por lo tanto juzgan sin conocer. Esto se debe a funcionarios que creen que algunos conocidos suyos saben mucho de matemáticas, quizás porque alguna vez fueron estudiantes de matemáticas o algo tuvieron que ver con este campo, y piensan que esas personas están capacitadas para valorar. Resulta así que a veces las propuestas de los matemáticos más capaces en el país son juzgadas por personas que son poco competentes para hacer esta clase de evaluaciones. En el CONACyT esto ocurría con frecuencia en el pasado y desgraciadamente todavía sucede.

El CINESTAV tiene una lista de «criterios cualitativos para la promoción del personal académico. El primero de ellos (que es claramente cuantitativo) dice: «Citas en artículos de investigación. Tener el promedio internacional para la especialidad por artículo publicado. El último dato que se tiene para las ciencias exactas y naturales es de 4 citas por artículo (ver E. Garfield, *Current Contents* (16) p. 3, abril 21, 1986).» La información estadística es importante pero hay que entender su significado. La información que da un promedio es una idea general de un valor típico de una colección de datos, tanto más burda e irrelevante cuanto mayor es la dispersión de los datos: En el promedio de 4 citas por artículo se agrupa a todas las ciencias exactas y naturales, entre las que hay grandes diferencias en las costumbres de citas. Esto no sólo da una dispersión grande sino que hace muy dudoso el valor informativo de este promedio. El que haya científicos dispuestos a emplear esta clase de promedios para calificar me parece casi increíble inclusive en un país atrasado. Si este desconocimiento de lo que significa un promedio es un signo representativo del estado de la ciencia en México, creo que estamos en una situación más aterradora que la impuesta por la falta de apoyo gubernamental.

No niego la importancia de las citas, pero considero que lo importante de ellas en las matemáticas es qué dicen y no cuántas son. Por ejemplo, alguien que trabaja en física-matemática puede encontrar un método de cálculo que es aplicable a muchos problemas semejantes, de lo que resultan numerosos artículos y citas. Por otro lado, alguien que trabaja en problemas muy particulares de matemáticas aplicadas, que requieren buscar pacientemente una técnica especial para cada uno, puede recibir pocas citas porque sólo se refieren a sus trabajos los pocos investigadores que se interesan precisamente en los mismos problemas. ¿Cuál de estos dos matemáticos es mejor? Esto no se puede juzgar contando artículos y citas.

Una muestra palpable de la diferencia del papel que juegan las citas en las ciencias y en las matemáticas es que el «Science Citation Index», considerado fundamental por los científicos, es casi desconocido entre los matemáticos. Conozco a algunos de los matemáticos más notables del presente, que trabajan en los Estados Unidos, país de

En las matemáticas las «escalas de tiempo» son bastante más lentas que en las ciencias. Un buen artículo de investigación matemática requiere por lo general de uno a dos años de trabajo (y no se pueden hacer muchos artículos así simultáneamente). Si el artículo se manda a una revista de alta calidad, ésta lo envía a uno o dos árbitros muy rigurosos, que por lo común se tardan un año o más en dictaminar. Si el artículo se acepta, lo que dista mucho de ser fácil, generalmente se le piden al autor cambios o aclaraciones y la publicación se puede retrasar unos meses más. A veces, cuando llegan las galeras ya han pasado varios años y uno tiene dificultades para entender su propio artículo. Para que el trabajo empiece a ser citado, si lo es, pueden pasar varios años más. Esto contribuye a que los matemáticos en general no publiquen muchos artículos. Los hay que por los temas en los que trabajan, sus intereses específicos o su personalidad, publican más que lo normal; pero cuando esto ocurre, la reacción del medio matemático es de suspicacia: se sospecha que los artículos pueden ser «refritos», variantes de trabajos anteriores o fracciones de artículos más amplios. Puede suceder que un matemático participe en los inicios de un tema nuevo que dé lugar a muchos artículos, pero esto es poco común. El criterio más aceptado en la investigación matemática es que lo importante es la calidad y no el número de publicaciones, y no se considera que haya una correlación entre calidad y número (si la hay, suele ser negativa). Con los criterios cuantitativos que se están empleando en México para evaluar la producción de investigación, varios de los matemáticos más grandes de la historia serían considerados como científicos deficientes.

Considerando lo anterior, piénsese en qué situación se encuentra un pobre recién doctorado en matemáticas cuya primera publicación va a ser su tesis, si es que se acepta publicarla. A este respecto conviene mencionar que en México generalmente se ha adoptado el modelo de las tesis de doctorado en los Estados Unidos; esto es, se termina la tesis, luego se prepara de forma más adecuada para enviarla a publicación, y antes de la tesis no se publica nada. En mi opinión, para ayudar a los estudiantes de doctorado en matemáticas en México a comenzar en mejores condiciones, es más conveniente seguir el modelo francés; es

esto los que hacen estudios de doctorado en los temas favoritos de la tecnocracia, pero parece que no es así. A estas alturas del presente gobierno, todo parece indicar que no habrá un cambio importante de actitud hacia la educación superior y la investigación, y por lo tanto la «modernización» del país no será más que la simulación o la fantasía de este sexenio.

Así pues, creo que la circunstancia más desfavorable para el desarrollo de las matemáticas en México, el deterioro salarial, es la que tiene menores probabilidades de mejorar. Ojalá me equivoque.

La evaluación de la Investigación matemática

La evaluación de la investigación matemática juega un papel preponderante en las perspectivas de las matemáticas en México, con efectos positivos y negativos. Veamos primero lo que considero positivo.

Desde hace muchos años hemos tenido en México matemáticos excelentes y productivos, que se han dedicado a la investigación respondiendo a sus propias inquietudes. Pero hasta hace poco no existían razones externas que impulsaran a los matemáticos a hacer investigación. Para ser apreciado y promovido bastaba con ser un matemático inteligente, o actuar como tal. Esto propiciaba que algunos matemáticos no hicieran nada con el pretexto de estar pensando en problemas muy profundos, y que aún matemáticos muy talentosos no investigaran. Algunos no perdían el tiempo, sino que lo empleaban en otras actividades que consideraban importantes. Estos patrones de conducta se han transmitido a los estudiantes y aún perduran sus malos efectos. La evaluación ha logrado que varios de estos matemáticos se activen, o se reactiven, como investigadores, y en términos generales esto me parece un resultado positivo.

Desafortunadamente, los criterios principales empleados en las evaluaciones, que han sido ideados por científicos, son inadecuados para juzgar la investigación matemática y pueden tener efectos nocivos. Intentaré explicar por qué. No discutiré en qué consiste la

reconocimiento internacional significativo, y de hecho son más conocidos y apreciados en el extranjero que en México. Esto se debe en parte a aquello de que «nadie es profeta en su tierra», pero también a que los matemáticos, amantes de la verdad y enemigos de la simulación, no seguimos la práctica nacional de que «lo importante no es poner el huevo sino cacarearlo» (hay algunas excepciones). Creo que estos mismos grupos son los que tendrán mayor actividad en los próximos años, debido a que ya cuentan con buenas bases y procuran mejorarse e incorporar nuevos elementos. En otras especialidades hay grupos más pequeños, o individuos sin grupo, que están descollando o madurando.

Concluyendo este punto, lo que considero más alentador para las perspectivas de las matemáticas en México es que tenemos investigadores productivos de alta calidad, jóvenes talentosos y trabajadores y grupos vigorosos. Lástima que esto no sea suficiente para asegurar un florecimiento sostenido.

El deterioro salarial

La situación salarial en las instituciones públicas de educación superior e investigación puede ser suficiente por sí sola para anular lo que con tantos esfuerzos se ha logrado en el desarrollo de la ciencia en México. Las tímidas medidas recientes del gobierno para subsanar el deterioro salarial que se viene sufriendo desde hace casi una década dan la impresión que la investigación podría sobrevivir, pero la falta de un apoyo prioritario a la educación superior y la investigación es la causa del estancamiento de las instituciones, la degradación en la calidad de la enseñanza y la «fuga de cerebros». Como sabemos muy bien los investigadores, este decaimiento tiene graves consecuencias a largo plazo, que es muy difícil revertir y que prácticamente dejan a nuestro país fuera de competencia en esta era de ciencia y tecnología en el mundo.

El Departamento de Matemáticas del CINVESTAV ha perdido en los últimos años a siete u ocho de sus mejores elementos (la mitad del Departamento) y no ha podido reponerlos con investigadores de

o mala) de mi trabajo. Era como si se le preguntase a un jugador de ajedrez cuántos goles había anotado, o a un poeta cuántos premios de periodismo había ganado. Entonces llegué con pesar a la conclusión de que no era un científico porque mis intereses tenían poco que ver con lo que les preocupa a ellos. Otros matemáticos a los que les conté estas inquietudes tampoco se consideran científicos en el sentido de los criterios de evaluación cuantitativos empleados en México. Unos años después, en una conversación entre matemáticos, alguien dijo que los verdaderos científicos somos los que reflexionamos larga y profundamente sin preocuparnos por el número de artículos que publiquemos o cuántas veces nos citen. Esta observación me hizo dudar de mi conclusión anterior y ahora ya no sé si soy un científico o no. Por otra parte, también existen científicos a los que les interesa más pensar y descubrir hechos importantes que publicar artículos y contar citas. Debido a estas enseñanzas, no estoy enteramente convencido de que sea correcto distinguir a los científicos y a los matemáticos como clases ajenas pero, dadas las diferencias de objetivos, intereses y formas de trabajo, creo que pragmáticamente no queda más que aceptar esta separación. Así pues, aunque con una pequeña renuencia, considero a los científicos y a los matemáticos como grupos distintos.

Hablar de las perspectivas de las matemáticas en México implica discutir lo que afecta positiva o negativamente su desarrollo. Lo más positivo y alentador es la presencia de matemáticos que están haciendo investigación de muy alta calidad, entre los cuales hay varios jóvenes que tienen un futuro promisorio. Lo más negativo es el abandono en el que el gobierno mexicano tiene a las instituciones públicas de educación superior e investigación, que son las únicas donde se cultivan seriamente las matemáticas en el país. Un factor muy importante es la evaluación de la investigación matemática que se hace en el SNI y las comisiones dictaminadoras de las instituciones, usualmente con criterios ideados por científicos. La evaluación tiene consecuencias positivas y negativas en el desarrollo de las matemáticas en México. Son

Perspectivas de las ciencias exactas en México

Las perspectivas de las matemáticas

Luis G. Gorostiza

(El editor de la revista *Avance y Perspectiva*, del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV) de Mexico, invitó a Luis G. Gorostiza a escribir un artículo sobre las perspectivas de las matemáticas en la década de los noventas. Gorostiza respondió que eso era demasiado ambicioso para él pero «*que podría hacer algo más modesto, y quizás más útil, como escribir sobre las perspectivas de las matemáticas en México. Pensé que podría hacer esto porque la obligación de pertenecer a la Comisión Dictaminadora de Ciencias Físico-Matemáticas del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), desde 1988, me ha dado la oportunidad de observar el desarrollo actual y los problemas de la investigación matemática en nuestro país.*». Creemos que en este artículo Luis Gorostiza plantea en forma honesta su posición frente al quehacer matemático en México, y consideramos que esta opinión es de interés para el resto de la región Iberoamericana, y por ende para Venezuela. Es por ello, y con el debido agradecimiento al autor y su correspondiente permiso, que reproducimos este artículo que apareció originalmente en la revista mexicana *Avances y Perspectivas* del CINVESTAV, vol.10. 1991)

N. del E.

Introducción

Debo advertir al lector que lo expresado aquí son mis opiniones personales y que éstas están condicionadas por mi percepción de la diferencia entre los científicos y los matemáticos, particularmente en