

REFLEXIONES SOBRE MATEMATICA Y SUBDESARROLLO

Gabriel Poveda Ramos
Ingeniero Químico

Magister en Matemática Aplicada.
Miembro de la Academia Colombiana
de Ciencias.
Profesor de la Universidad Nacional

Cuando fui invitado a escribir nuevamente en Dyna, mi primera intención fue hacerlo sobre un tema específico de Matemática. Esa es mi vocación y ese es mi campo de enseñanza. Pensé, por ejemplo, en hacer una presentación del llamado Análisis Numérico (materia a veces tan subestimada), desde el punto de vista del moderno Análisis Funcional. Pensé también en exponer unas ideas sobre la descomposición espectral de series cronológicas dobles, que permiten extender a ellas el teorema ergódico de Wiener. Quise también ofrecer una síntesis de varios trabajos que he hecho sobre las ecuaciones sumatorias, que son las análogas a las ecuaciones integrales en variable discreta, y sobre las cuales (curiosa y sorprendentemente), calla la literatura corriente.

Sin embargo, y como es bien sabido, la vastísima amplitud de la Matemática nos impone hoy a quienes trabajamos en ella, una especialización bastante restringida. Por eso no creo que cualquiera de aquellos puntos hubiera atraído tal vez la atención benevolente de muchos de mis lectores, y la curiosidad científica de varios, pero el interés vivo tan solo de unos pocos.

Esto me movió a prescindir de tales temas, y a escoger otro, que se refiere a una inquietud de carácter deontológico que frecuentemente me ha asaltado, acerca de nuestra responsabilidad como matemáticos. Se trata de un interrogante que varias veces me he planteado y que nunca he oído debatir entre mis colegas, a saber:Cuál es la misión de un matemático, en particular, y de nuestra profesión, en general, en un país como el nuestro? Qué puede hacer esta ciencia por nuestra nación y por nuestros conciudadanos? Por qué necesitamos atraer hacia esta actividad más jóvenes capaces y por qué tenemos que pedir más apoyo oficial y privado para ella?

Me doy cuenta de que éste es un tema en el que hay que formular juicios de valor y apreciaciones subjetivas que lo hacen eminentemente controvertible. Me doy cuenta también de que hay muchos que podrían tratarlo con mayor

prioridad. En todo caso, creo que la cuestión tiene un gran interés para los científicos colombianos, y que ésto justifica que hagamos algunas reflexiones sobre ella.

Si se hubiera preguntado a un pitagórico para qué cultivaba la Matemática, probablemente él hubiera considerado que la pregunta era trivial o que carecía de sentido. Se cultivaba la Matemática por supuesto, sin necesidad de razones, como se cultivaba la música, por sí misma y por el alto valor estético e intelectual que una y otra han tenido siempre. Pero si se hubiera preguntado a un hombre del Renacimiento, como Leonardo (para quien la Geometría de su tiempo no era ajena), él probablemente hubiera señalado además de sus valores intrínsecos, las posibilidades de esta ciencia como auxiliar de la arquitectura, de la balística, de la geografía y del arte. Justamente esa visión armónica e integrada del mundo del espíritu y de la vida cotidiana, de la ciencia y aún del quehacer utilitario, fue uno de los rasgos del humanismo renacentista, rasgo que desafortunadamente se fue perdiendo después en la cultura de occidente.

Los historiadores de la Matemática suelen presentar el desarrollo formidable de los últimos tres siglos como si fuera un fenómeno que se explica por sí mismo. Solo uno que otro, muy ocasionalmente, considera del caso señalar que ese proceso estuvo directa o indirectamente vinculado a las profundas transformaciones políticas, sociales, económicas, tecnológicas y culturales de Europa a partir del final del Siglo XVII. Todos aceptamos que el gran desarrollo del Análisis Clásico en el siglo pasado fue motivado en gran medida por los espectaculares avances de la Física. Pero tal vez no todos advierten que estos fueron propiciados por las necesidades tecnológicas del fenómeno histórico-económico que se llama Revolución Industrial.

Con estas observaciones quiero hacer notar que el desarrollo de la Matemática no puede desligarse históricamente de la evolución de la sociedad humana. Los países que más aportes han hecho al enriquecimiento de esta ciencia, es decir, Francia, Inglaterra, Alemania y Rusia, son también los que han dado las mayores contribuciones al desarrollo cultural, social y económico del mundo. La matemática y las demás ciencias han tenido un papel estrechamente vinculado al desenvolvimiento de esas naciones y a su posición en lo que algunos llaman "el espacio-tiempo-historia".

Pasemos ahora sí a interrogarnos si la Matemática y quienes la cultivamos actualmente en Colombia, estamos desempeñando un papel acorde con las condiciones de nuestro país y con su situación en el complicado mundo contemporáneo.

Antes de dar respuesta a este interrogante, creo que debo salir al paso de una posible objeción. Tengo la impresión (y aún diría que el temor) de que muchos colegas consideran que la pregunta propuesta no tiene significación o importancia, porque, piensan que la "Matemática es una ciencia pura", que "la ciencia no reconoce fronteras" y que la tarea del científico es únicamente cul-

tivar, enseñar y hacer avanzar su ciencia, sin que en ello deba intervenir ninguna consideración al mundo que lo rodea o a la sociedad en que él vive. Los que así piensan adoptan, desde luego, un punto de vista individualista sobre su trabajo. Es verdad que en esta actitud están acompañados por matemáticos eminentes, y me atrevo a conjeturar inclusive que la mayor parte de éstos están en esa línea de pensamiento.

Pues bien. Aquí tengo que formular mi primer juicio de valor y decir que estoy abiertamente en desacuerdo con quienes piensan así. Opino que ningún científico de hoy tiene moralmente el derecho de reclamar una "torre de marfil", y que sí tiene el deber de poner su ciencia al servicio de sus semejantes, de acuerdo con una cierta tabla de valores éticos. Es decir, pienso que un científico hoy tiene una responsabilidad ética y social, a la cual no puede renunciar y que ella es tanto mayor cuanto mayores sean las necesidades humanas que él puede contribuir a satisfacer.

No tengo la intención de abrir un debate a fondo sobre el punto de vista individualista que glosó aquí. Pero sí quiero señalar por el momento que a mi parecer hay dos tendencias de la Matemática actual, que han contribuido fuertemente a fomentarlo entre nosotros.

Una de ellas es el formalismo, que en muchas mentes ha dejado de ser un fecundo método de estructuración para confundirse con la naturaleza misma de la Matemática. Para que no se diga que exagero su influencia, cito a nadie menos que Jean Dieudonné, quien decía hace poco ante el Instituto Rumano de Matemáticas, refiriéndose al trabajo de Bourbaki, y como dando una excusa: "Nosotros creemos en la realidad de la Matemática. Pero cuando los filósofos nos atacan con sus paradojas, corremos a ampararnos tras el formalismo y decimos que la Matemática es sólo una combinación de símbolos carentes de significado".

Es apenas natural que si un matemático considera que el objeto de su ciencia es el de manejar "una combinación de símbolos carentes de significado", por obvias razones psicológicas tenderá a desinteresarse del mundo y de los hombres en cuyo seno vive, los cuales sí están cargados de significados de toda índole.

Otro aspecto de nuestra profesión que conduce a aquella posición individualista, es el método de enseñanza. La generalización, la abstracción y la formalización, son consideradas por muchos matemáticos no como medios para reconstruir y desenvolver en forma sistemática nuestra ciencia, y para exponerla desde un punto de vista sincrónico, sino aún más, como rasgos inherentes a su naturaleza. Y, tácitamente han llegado a considerarlas como condiciones necesarias de la pedagogía de la Matemática, aún ignorando los aspectos diacrónicos, históricos y empíricos que todo proceso de aprendizaje supone. Sobre estas tendencias me parece oportuno parafrasear la cita que de Julio Rey-Pastor hace del Profesor Pascal de L'Ecole Polytechnique: "Hacer descender de lo alto los

conceptos de la Matemática es didácticamente equivocado, históricamente absurdo, conceptualmente hipertrófico y científicamente inútil”.

No es raro, pues, que en nuestras escuelas y departamentos universitarios de matemáticas predomine la enseñanza libresca, que se carezca de material experimental, y que se miren con cierto desdén (cuando se repara en ellas) las que peyorativamente se llaman “aplicaciones prácticas”. En los currícula de las licenciaturas para matemático o para profesor de matemática en las universidades colombianas que los tienen, brillan por su ausencia cursos de Aritmética Experimental, de Dibujo Geométrico, de Nomografía, de Análisis Numérico, de Actuaría, de Matemática Financiera, de Demografía, de Economía Matemática, de Biometría, de Sociología Matemática, de Geodesia, de Geografía Analítica, de Modelos Geométricos y Físicos, de Lógica Aplicada (a circuitos, a decisiones, a estructuras, al aprendizaje), de Investigación de Operaciones y de otras disciplinas que tal vez sean consideradas excesivamente mundanas, pero que le podrían dar a los jóvenes estudiantes y profesionales una perspectiva más completa de las relaciones de esta ciencia con el mundo en que vivimos y por lo tanto, también una concepción más humanista de la misma.

Me doy cuenta de que las causas que determinan la dicotomía existente en Colombia entre el mundo mental de muchos matemáticos y la realidad humana y social en que viven, son mucho más complejas. En efecto, nuestra tradición cultural hispánica ha tendido a subestimar la importancia del conocimiento científico, y nuestras anticuadas e inarmónicas formas de organización social no han logrado atribuirle al científico unas funciones que estimulen su actividad intelectual y que le den ocasión de servir eficazmente a la comunidad. Pero ello no significa que no sea posible encontrar esas funciones. Es más: a mi parecer, son los mismos hombres de ciencia, individualmente y en conjunto, quienes deben buscar y encontrar esas oportunidades. En particular, los matemáticos tenemos también tal responsabilidad.

Tal vez no es superfluo señalar que, en muchos países del mundo, los matemáticos desempeñan como tales, numerosos y variados papeles no sólo en la Universidad, sino en la industria, las fuerzas armadas, la administración pública, los servicios sociales y las demás instituciones nacionales. Así sucede en países poderosos y ricos como la Unión Soviética, EE. UU., Gran Bretaña, Suecia, Francia y el Japón; y también en países menos avanzados y aún comparables a Colombia, como Bélgica, Polonia, Israel, Yugoslavia e Irlanda, por mencionar sólo unos pocos. Allá los matemáticos más eminentes no desdeñan ocuparse de cuestiones terrenales sumamente concretas, y prestan su concurso profesional y personal en la solución de problemas nacionales.

Vito Volterra nos dio un ejemplo de este sentido del servicio cuando emprendió sus investigaciones sobre la población de las especies piscícolas del Mar Adriático, preocupado por la suerte de los pescadores ante la progresiva declinación de la captura. De paso, creó una de las últimas y más hermosas ra-

mas del Análisis Clásico, la Teoría de las Ecuaciones Integrales. Otro ejemplo actual, que a mí me admiró vivamente al conocerlo, es el trabajo desarrollado por el Prof. Mikuszinski, autor de la Teoría Algebraica de las Distribuciones, sobre modelos matemáticos de desarrollo urbanístico y sobre modelos hidrológicos, realizados en el Instituto de Estadística y Planificación de Varsovia.

También viene al caso citar los nombres de Jan Timbergen en Holanda, y de Ragner Frisch en Noruega, quienes empezaron sus carreras como físico el uno y como matemático el otro, y cuyos enormes aportes a la formulación cuantitativa de la teoría económica les valió en 1969 el primer Premio Nobel de Economía.

Aún en nuestro país encontramos ejemplos —así sean pocos— de matemáticos que en una u otra forma han puesto su ciencia al servicio de propósitos que tienen que ver con el interés nacional, con el bien público o con los problemas de la sociedad. Recordemos algunos. Don Lino de Pombo fue no sólo un cultivador y maestro excelente de la Matemática, sino que contribuyó señaladamente a establecer el mapa del país. Julio Garavito, Jorge Alvarez Lleras y Darío Rozo, fueron matemáticos indiscutiblemente eminentes que en su época formaron una escuela en donde se educaron varias generaciones de universitarios, y produjeron también valiosos trabajos sobre la meteorología, la hidrografía y la geodesia colombiana. Luis de Greiff, cuya categoría como investigador y maestro todos conocemos, hizo también aportes valiosos a la teoría de la triangulación y la restitución cartográfica, encontrando en ello insospechadas aplicaciones de las ecuaciones de Codazzi de la Geometría Diferencial. La modestia de Juan de Dios Higueta ha mantenido casi desconocido su trabajo como matemático y sus valiosos aportes al análisis de la demografía de Colombia. El inició entre nosotros estos estudios, cuya importancia sólo recientemente se ha venido a apreciar.

Precisamente en este campo cabe citar las profundas investigaciones empíricas y teóricas de nuestro desaparecido colega Alvaro López, quien no sólo hizo importantes aportes a la teoría de las ecuaciones integrales que desde Volterra se usan para examinar el crecimiento de poblaciones, y de los problemas de ergodicidad que conllevan, sino que gracias a ellos pudo establecer un estimativo correcto de la verdadera tasa de crecimiento de la población colombiana.

No es necesario dar mas ejemplos. Lo que quiero subrayar con ellos es que estos hombres de ciencia han comprendido la necesidad de aplicar su conocimiento al servicio del país, y que ellos han sabido identificar diversos problemas sobre los cuales han hecho un trabajo de la más alta categoría científica y también sumamente útil para conocer nuestra realidad física y social. Yo creo que esta es la forma más cabal en que un científico pueda cultivar la ciencia y cumplir con sus responsabilidades sociales.

Hay una creencia bastante extendida entre muchos matemáticos, especialmente entre los más jóvenes, en el sentido de que la creación científica es fruto de la especulación intelectual en un nivel de abstracción que excluye toda referencia al mundo de lo concreto. En realidad, una gran parte de la Matemática se ha hecho así, y esta modalidad ha venido prevaleciendo cada vez más en la matemática del Siglo XX en Europa, y más particularmente en Alemania y Francia. Dada la condición subordinada de nuestra incipiente cultura latinoamericana, trasplante de la europea y tributaria de ella, no es de extrañar que entre nosotros también sea tan común esa creencia. Pero yo encuentro que esa creencia no es completamente correcta, y, aún más, que es inconveniente. La verdad es que áreas muy importantes de la Matemática han surgido como esfuerzos por dar respuestas concretas a problemas que el mundo plantea al hombre. Bástenos aducir para corroborarlo, las magníficas creaciones de las Ecuaciones Diferenciales, el Análisis Tensorial y la Teoría de Probabilidades. Pues bien, de esta misma manera, un matemático competente hoy en Colombia (o en cualquier parte de América Latina), que mire atenta y científicamente a su alrededor, descubriría (o debería poder descubrir) numerosos problemas humanos, sociales, culturales, físicos, económicos, jurídicos, médicos y psicológicos, en los cuales podría hacer trabajo matemático de la mejor calidad, con importantes beneficios inmediatos o futuros para su país.

Permítaseme mencionar, a título de ejemplo, algunos temas que son de especial importancia para Colombia, en cuyo estudio y solución debemos prestar nuestro concurso y donde nuestros conocimientos de matemáticas pueden ser de gran utilidad. Algunas de estas cuestiones han sido materia de investigaciones matemáticas en países más adelantados, pero los matemáticos colombianos los desconocemos o les hemos concedido muy poca atención profesional. Otras esperan aún un tratamiento científico adecuado. De todas maneras, todos esos temas son importantes y requieren nuestro interés como ciudadanos y como hombres de ciencia, y nos ofrecen la posibilidad de hacer un trabajo científicamente valioso y socialmente útil.

El crecimiento de la población (que unos nos señalan como el preanuncio del final apocalíptico del mundo, y otros subestiman con grave despreocupación) es un problema inextricablemente complejo. En el caso colombiano está determinado por fenómenos como la composición por edades, las migraciones internas, la religiosidad, el atraso cultural, los cambios institucionales y otros varios. Se opina mucho sobre él, muchas veces con gran ignorancia y casi siempre con mucha irresponsabilidad. Pues bien, aparte de Alvaro López, casi nada hemos aportado los matemáticos colombianos a sus difíciles, interesantes e importantísimos aspectos cuantitativos. Entre tanto, el problema sigue creciendo y esperando que nos decidamos a aplicar a él los instrumentos de la Teoría de Conjuntos, de las Ecuaciones Integro-Diferenciales, de la Teoría de la Información, de los Procesos Estocásticos y de otros recursos que ofre-

ce la Matemática para tratar este complejo problema. Mientras no lo hagamos los matemáticos colombianos, la manera de afrontarlo nos seguirá siendo dictada desde afuera, y su gravedad seguirá acentuándose.

Las tremendas desigualdades existentes en Colombia —como en otros países— en la distribución de los bienes, constituyen un grave problema no solo de carácter económico, sino también de carácter social, político y aún cultural, que sólo muy recientemente se ha podido comenzar a plantear científicamente. Es innegable que es un problema cargado de connotaciones emocionales e ideológicas, pero no hay duda de que para progresar en su solución hay que analizarlo objetiva y científicamente, y yo creo que ello nos concierne a nosotros, como ciudadanos y como hombres de ciencia. Pero hasta ahora no he logrado atraer la atención de ningún matemático sobre mis incipientes investigaciones en este campo, en el cual la Teoría de Probabilidades, el Análisis Funcional, la estabilidad de soluciones de Ecuaciones en Derivadas Parciales y la Teoría de Redes pueden ayudar a esclarecer el funcionamiento de algunos de los mecanismos de repartición y concentración del ingreso entre grupos, entre regiones o entre sectores.

Hay también otros varios problemas de nuestra vida como nación, en los cuales creo advertir la posibilidad de hacer aportes valiosos mediante la aplicación de métodos propios de nuestra profesión. Uno de ellos es el de la subordinación de nuestra economía y de nuestra cultura a fuerzas externas y a factores internacionales. Yo creo que la Teoría de Juegos, la Programación Matemática y el Análisis Armónico Generalizado contienen instrumentos que nos permitirían al menos plantear correctamente algunas de estas cuestiones. Recientemente he tenido la oportunidad de advertir, por ejemplo, que el teorema de la dualidad de la Programación Convexa permite plantear la cuestión de la inversión extranjera en nuestra economía dentro de un adecuado contexto formal de la Teoría de Juegos, y además, que garantiza la existencia de soluciones satisfactorias para las partes envueltas en esta espinosa cuestión.

El problema de dar educación a los niños y jóvenes que constituyen más de la mitad de la población de Colombia es de una magnitud colosal, comparado con los recursos insuficientes y los métodos ineficaces que hoy se aplican a resolverlo. No hay ni siquiera una formulación cuantitativa satisfactoria completa, ni mucho menos una estrategia acertada para hacerle frente a largo plazo. En su estudio hay varias tareas profesionales que nos corresponden a los matemáticos, pero la más obvia y urgente es la de elaborar un modelo que permita explorar todos sus aspectos cuantitativos y que ponga de presente las variables exógenas críticas que permitan actuar sobre él. El modelo desarrollado conjuntamente por el economista y matemático ecuatoriano Luis Correa en asocio de Jan Timbergen, en Holanda es un ejemplo de la clase de instru-

mentos muy refinados y útiles que se necesita (y se puede) crear en este campo. En las Ecuaciones Diferencio-Diferenciales, los métodos de Montecarlo y la Teoría de la Información hay recursos que podrían movilizarse con provecho en tal sentido.

En un país donde 20% de la población acusa agudos estados de hambre y otro 20% se encuentra en estado crónico de desnutrición, los hombres de ciencia colombianos hemos hecho bastante poco para colaborar en el estudio de este problema. Sin pretender asumirlo en su totalidad, hay por lo menos un aporte que la Matemática, ayudada por los computadores, puede hacer siquiera para mitigarlo. Este aporte podría ser el de un algoritmo continuo o reiterativo para formular dietas óptimas en Colombia, para distintas capacidades económicas de consumo, en función de los precios de los alimentos disponibles, y de sus contenidos de factores nutricionales, planteándolo como un problema de programación lineal y resolviéndolo por el método del simplex. Tengo la seguridad de que un trabajo como este estimularía sin duda las investigaciones teóricas sobre programación paramétrica, en general, tema en el cual los resultados importantes conocidos hoy son aún escasos.

La morbilidad elevada de varias enfermedades endémicas es otro flagelo que azota nuestra población. Su eventual solución exigirá una política acertada de salubridad pública, que aún no existe. La prueba es que las medidas tradicionalmente empleadas no han erradicado enfermedades clínicamente curables como la lepra, la tuberculosis o el pián. Parece que en parte el problema reside en el conocimiento muy imperfecto que se tiene sobre los mecanismos de transmisión. Pues bien, como es sabido, dentro de la Teoría de los Procesos Estocásticos uno de los capítulos que ofrece más campo de investigación fructífera es la Teoría de los Procesos de Contagio. El uso de la ecuación de Focker-Planck permitiría tal vez aclarar algunos de los muchos problemas que aún hacen difícil analizar estos procesos. Podría ser que algunos resultados alcanzados por este camino arrojaran luz sobre el fenómeno real de la difusión por contagio de algunas enfermedades infecciosas.

Al mencionar algunos graves problemas públicos nacionales como áreas de posible gran interés profesional para los matemáticos, y como terrenos en donde demostrar nuestro sentido de responsabilidad social, espero ser interpretado correctamente. No se trata, desde luego, de asumir papeles que nos sean ajenos y que corresponden a otras personas, v. gr. a los políticos, los gobernantes, los economistas o los sociólogos. Pero sí se trata de que tomemos la parte que nos corresponde en ellos, porque podemos ser útiles a la comunidad y también porque allí podemos hacer avanzar nuestra ciencia.

Mi amigo, el eminente físico argentino, Prof. Jorge Sábato me señalaba una vez que los latinoamericanos, aún los más cultos, parecemos tener la idea de que nuestras patrias son nacionalidades ya constituídas, siendo así que apenas están en proceso de formación. Según él, esa idea errónea es una de

las causas principales de la emigración de científicos de nuestros países al exterior. Pienso que está en lo cierto. Pero además, creo que la fuga de cerebros tiene otras varias razones, y que una de ellas consiste en un sentimiento de frustración en algunos científicos ante la aparente indiferencia del medio hacia el cultivo de la ciencia. Yo me pregunto si esa frustración no será a veces atribuible, más bien, a una sensación (clara o confusa) de desfuncionalidad o aparente inutilidad de los conocimientos científicos avanzados frente a los angustiosos problemas en medio de los cuales vivimos.

Si esto fuera así, estaríamos ante un círculo vicioso: la sociedad colombiana no estimula la labor científica porque no se beneficia de los resultados de esa tarea, y recíprocamente, la sociedad no recibe los beneficios que la ciencia podría producirle porque ella no estimula al hombre de ciencia. Es posible que la emigración sea la vía por la cual algunos de nuestros colegas han tratado de salir fuera de este círculo vicioso, aunque en esa forma también han contribuido, sin querer, a agudizarlo.

En mi sentir, este es uno de los aspectos claves del problema de la pérdida de talentos en Colombia, y corresponde a los mismos científicos el deber de afrontarlo. En el caso de los matemáticos, en lugar de lamentarnos (aunque sea con justicia) de que el país no aprecia debidamente nuestra labor, demos- tremos con hechos que sí podemos contribuir eficazmente a resolver algunos de los principales problemas colombianos. Si continuamos desentendiéndonos de ellos, cada vez será mayor el número de matemáticos colombianos que emigran, nuestro trabajo continuará siendo tenido en menos de lo que merece, y pocos progresos auténticos y propios podremos hacer en el campo científico.

Vuelvo a admitir, como lo hice al principio, que estas consideraciones son, naturalmente, debatibles y controvertibles. Pero creo que no están fuera de lugar en un momento como éste. Si siquiera sirvieran para iniciar entre nosotros una discusión que nos permita establecer con claridad cual es el papel de la Matemática, en Colombia, en nuestros días, yo quedaría satisfecho de haber prestado un pequeño pero útil servicio a mi profesión.