



Las Matemáticas en Economía: logros, dificultades y perspectivas

Leonid Vitaliyevich Kantorovich

Discurso de Recepción del Premio *Sveriges Riksbank* en Ciencias Económicas en memoria de Alfred Nobel (11 de diciembre de 1975)

Presentación

Tras la Revolución soviética de Octubre de 1917, una generación de brillantes intelectuales, **economistas y matemáticos** recibe el más increíble de los encargos: sentar las bases científicas para la sustitución del **sistema de libre mercado** por el de la economía planificada: las decisiones de qué producir, para quién producir y cómo hacerlo ya no reposan sobre un sistema de precios basados en el equilibrio de oferta y demanda, deben salir de los organismos planificadores soviéticos.

En el texto que ahora presentamos se describen los logros y los fracasos de este enorme esfuerzo intelectual. Entre los grandes éxitos cabe mencionar el primer modelo de producción global de una economía, hoy conocido como *modelo de Leontiev*, los métodos de planificación mediante programación lineal, o los llamados *precios sombra*, conocidos como *multiplicadores de Lagrange* en Física y Programación Matemática, que permiten la valoración de recursos que, como los medioambientales, no están sujetos a la economía de mercado. En el esfuerzo por resolver los problemas de las economías planificadas hallaron su origen técnicas novedosas e incluso nuevas disciplinas como la programación estocástica, el control óptimo, simulación, estadística. Todos estos logros forman hoy parte esencial y plenamente actual de la moderna teoría económica y tienen el denominador común de estar firmemente basados en el análisis matemático de los problemas económicos de las economías planificadas. El fracaso esencial se resume en la imposibilidad de crear un sistema de incentivos que permita el flujo correcto de la información para la planificación, sustituyendo así al sistema de precios, dificultad que generó a la postre el derrumbe de la economía soviética.

Ríos de tinta y de sangre han corrido a lo largo de todo el siglo XX a favor y en contra del sistema soviético, pero la batalla decisiva, donde verdaderamente se jugaba el destino de la Revolución y de su extensión al resto de la humanidad, se libraba en realidad en el terreno de la economía. Pocos textos como el que ahora presentamos pueden dar cuenta tan clara y cabal de este trascendental debate.

Manuel Morán Cabré

Editor, Economía

Texto del discurso (*)

Estoy profundamente emocionado por el alto honor que se me ha conferido y me siento muy feliz por la oportunidad que tengo de ser partícipe de esta gran serie de discursos.

En nuestros tiempos, las matemáticas han penetrado en la economía de forma sólida, amplia y variada; el tema elegido está relacionado con tal variedad de hechos y problemas que nos lleva a citar las palabras de Kozma Prutkov, muy conocidas en nuestro país: *uno no puede abarcar lo inabarcable*. Lo apropiado de esta sabia frase no se ve menoscabado por el hecho de que el nombre de este gran pensador no es más que un pseudónimo.



L. Kantorovich

Quisiera restringirme a aquellos temas más próximos a mí, en concreto a los modelos de optimización y su uso para el control de la economía con objeto de conseguir la mejor utilización posible de los recursos y alcanzar así los mejores resultados. Me centraré

principalmente en los problemas y las experiencias de las economías de planificación y en especial en la economía soviética. Incluso confinándome a estos límites, sólo podré considerar unos cuantos problemas.

1. Peculiaridades específicas de los problemas considerados

Antes de discutir los métodos y resultados, pienso que será útil hablar sobre las peculiaridades de los problemas que distinguen a la Unión Soviética, muchas de ellas aparecidas pocos años después de la Revolución de Octubre. Por primera vez en la historia, todos los medios de producción fundamentales pasaron a las manos del pueblo, por lo que surgió la necesidad de un control centralizado y unificado de la economía de nuestro inmenso país. Esta necesidad se planteaba en unas condiciones sociales complicadas y se topó con ciertas particularidades, relacionadas tanto con la teoría económica como con la puesta en práctica de la planificación y el control.

1) Para empezar, se alteró el principal objetivo de la teoría económica. El estudio y observación de procesos económicos y de medidas aisladas de política económica se dejaron de lado a favor de un control sistemático de la economía y de la planificación unificada y centralizada basada en objetivos comunes con horizontes temporales muy largos. Esta planificación había de ser tan detallada que incluyera tareas específicas para empresas individuales durante periodos específicos, de forma que se garantizara la consistencia de todo el gigantesco conjunto de decisiones.

Lo que está claro es que un problema de tal magnitud aparecía entonces por primera vez, de forma que su solución no podría basarse en la experiencia previa ni en la teoría económica existente.

2) La ciencia económica no debe sólo proporcionar respuestas a problemas generales que conciernen a la economía en su conjunto, sino que debe servir también como base para la solución de los problemas de empresas y proyectos individuales. Por tanto, necesita la información y la metodología adecuadas para proporcionar decisiones que concuerden con los objetivos e intereses generales de la economía de un país. Por último, ha de aportar no sólo recomendaciones cualitativas, sino concretar métodos contables lo suficientemente precisos y cuantitativos como para la toma de decisiones económicas objetivas.

3) Junto con los flujos y fondos materiales, en las economías capitalistas también se estudian y se observan directamente importantes índices económicos, como los precios, los alquileres y los tipos de interés, con sus propiedades estáticas y dinámicas. Estos índices sirven de base para todos los cálculos económicos, tanto para las agregaciones como para la construcción de índices sintéticos. Estaba claro que una economía bien planificada no podría salir adelante sin índices que caracterizaran aspectos análogos. Ya que no se podían observar, se impusieron a través de normativas. El problema de calcularlos no se limitaba a aspectos técnicos de cálculo o de estadística. En las nuevas condiciones, índices parecidos tenían un sentido y un significado distintos, por lo que surgieron problemas en cuanto a su naturaleza, su papel y su estructura. Por ejemplo, no estaba claro si en una sociedad en la que la tierra era propiedad del pueblo, debería existir un alquiler por la misma, o si un índice como el tipo de interés tenía derecho a existir.

4) Estos problemas tienen proyección sobre otra de las particularidades de las economías planificadas. Obviamente, una economía de tal escala y complejidad no puede ser centralizada "hasta el último clavo", por lo que gran parte de las decisiones deberían ser tomadas en niveles inferiores del sistema de control.

Las decisiones a distintos niveles de control y provenientes de lugares distintos deben estar unidas a través de balances materiales correctamente cuadrados y deberían perseguir el objetivo principal de la economía.

El problema reside en construir un sistema de información, contabilidad, índices económicos e incentivos que permita a los órganos locales de toma de decisiones evaluar las ventajas de éstas desde el punto de vista de la economía en su conjunto. En otras palabras, para hacer rentables para los órganos locales las decisiones que lo eran para todo el sistema, había que hacer posible cierto control de la validez del trabajo de los órganos locales, desde el punto de vista de toda la economía.

5) Los problemas del control de la economía y los nuevos métodos fomentaron la búsqueda de una organización más eficiente del control.

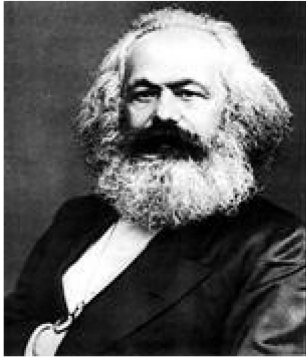
Algunos de los cambios introducidos se han debido tanto a la tendencia a perfeccionar el sistema de control como a cambios en la economía, debidos al aumento de su tamaño, la mayor complejidad de las interconexiones y a los nuevos problemas y condiciones existentes. El problema de encontrar la estructura más eficiente para un sistema de planificación tiene cierto aspecto científico, si bien su solución no está muy avanzada.

6) El desarrollo contemporáneo de la economía, la llamada *revolución científico-técnica*, generó varios problemas complejos para el control económico. Me refiero a los problemas de predicción y control ante condiciones de grandes cambios en los pesos de diferentes ramas y ante cambios rápidos en la producción y la tecnología; a los problemas de estimación de las innovaciones tecnológicas y el efecto global del progreso técnico; a los problemas ecológicos, unidos a los grandes cambios del medio ambiente bajo la influencia de la actividad humana, y a la perspectiva de arrasar con los recursos naturales; a la predicción de cambios sociales y sus efectos sobre la economía; a la presencia de nuevas técnicas computacionales, medios de comunicación, instrumentos ejecutivos, etc.

La mayoría de estos problemas aparecen también en economías capitalistas; sin embargo, en las economías socialistas tienen sus propias particularidades y dificultades.

No existían ni la experiencia, ni los fundamentos teóricos necesarios para resolver estos difíciles problemas.

La teoría económica de Marx se convirtió en la base metodológica de la recién creada ciencia económica soviética y del sistema de control. Varias de sus afirmaciones importantes y fundamentales sobre situaciones económicas generales resultaron ser inmediatamente aplicables a economías socialistas. Sin embargo, la puesta en práctica de las ideas de Marx necesitaba antes llevar a cabo cierta investigación teórica seria, ya que no existía ninguna experiencia práctica bajo las nuevas condiciones económicas.



K. Marx

Estos problemas estaban siendo resueltos prácticamente en su totalidad por entidades gubernamentales y por ejecutivos económicos. Estaban siendo resueltos durante los primeros años de existencia del Estado, bajo las duras condiciones de la guerra civil, la devastación y la reconstrucción de la post-guerra. Sin embargo, se resolvió el problema de construir un mecanismo económico eficiente. No puedo describirlo en detalle, pero me gustaría destacar que el sistema de órganos planificadores fue creado bajo la iniciativa del fundador de nuestro estado, V. Lenin, a la vez que se introdujo un método de contabilidad económica (*hozraschet*) que dio al sistema cierta concordancia financiera y cierto control sobre actividades económicas diferenciadas.

La gran mejoría de la economía, la solución satisfactoria a los problemas de la industrialización, la defensa estatal antes y durante la Segunda Guerra Mundial, la reconstrucción durante la post-guerra y el desarrollo posterior son pruebas de la gran eficiencia de este mecanismo.

El sistema de órganos de planificación económica se fue mejorando y modificando según aparecían nuevos problemas. La generalización de esta experiencia supuso un acervo para la posterior teoría económica de la economía socialista de planificación.

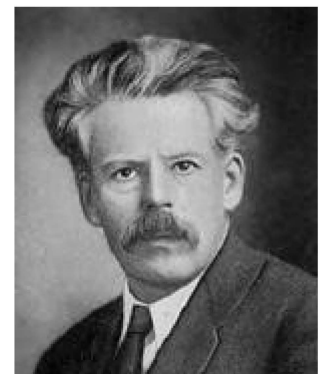
Al mismo tiempo, se señalaban repetidamente las necesidades de mejorar el mecanismo de control, algunos defectos en el uso de los recursos y el aprovechamiento incompleto de las ventajas potenciales de la economía planificada en nuestro país. Era obvio que tales mejoras habrían de estar basadas en nuevas ideas y nuevos medios. Esto condujo a la idea lógica de introducir y usar métodos matemáticos cuantitativos.

2. Los nuevos métodos

Los primeros intentos de usar matemáticas en las investigaciones económicas en la URSS se hicieron en los años 20. Podría nombrar los conocidos *modelos de demanda* de E. Slutsky y A. Konjus, los primeros *modelos de crecimiento* de G. Feldman o el "*análisis de equilibrio de ajedrez*" llevado a cabo en el Departamento Central de Estadística, modelo que fue desarrollado posteriormente de forma matemática y económica con datos de EEUU por W. Leontiev. El intento de L. Jushkov de determinar la tasa de inversión fue profundizado por las investigaciones de V. Novojilov. Los investigadores mencionados tenían mucho en común con el giro matemático que estaba experimentando la ciencia económica occidental, que se estaba desarrollando al mismo tiempo y se plasmaba en los trabajos de R. Harrod, E. Domar, F. Ramsey, A. Wald, J. von Neumann, J. Hicks et al.

Me gustaría hablar principalmente sobre modelos de optimización que aparecieron en nuestro país a finales de los años 30 (y más tarde, de forma independiente, en EEUU), los cuales eran en cierto sentido la mejor forma de tratar los problemas que he mencionado.

El enfoque optimizador es en este contexto un asunto muy importante. El tratar la economía como un solo sistema a ser controlado hacia una meta concreta permitió la sistematización eficiente de enormes cantidades de información y el hacer un análisis en profundidad de éstas, crucial a la hora de tomar decisiones correctas. Curiosamente, muchos de los resultados seguían siendo válidos incluso en aquellos casos en los que el objetivo no podía ser formulado, ya fuera porque no estuviera claro o porque consistiera en múltiples metas, teniendo que ser consideradas cada una de ellas.



E. Slutsky

Los modelos lineales multi-producto de optimización parecen ser los más usados por el momento. Creo que están por lo menos tan extendidos en la ciencia económica como por ejemplo las ecuaciones de movimiento de Lagrange en mecánica.

Me es necesario describir en detalle este conocido modelo, basado en la descripción de una economía como un conjunto de varios tipos principales de producciones (o de actividades, en términos del profesor T. Koopmans), cada uno caracterizado por el uso y producción de bienes y recursos. Es bien conocido que la elección del programa óptimo,

esto es, la intensidad de cada actividad, sujeto a algunas restricciones de recursos y de planificación, resulta en un problema de maximización de una función lineal de varias variables que satisfacen algún tipo de restricción lineal.

Este esquema ha sido descrito muchas veces, por lo que se puede considerar como bien conocido. Es más importante resaltar aquellas propiedades que posibilitan sus usos amplios y variados. Podría nombrar las siguientes:

a) Universalidad y flexibilidad. La estructura del modelo permite distintas aplicaciones del mismo, ya que puede describir distintas situaciones reales de diferentes ramas de la economía y a varios niveles de control. Se puede considerar una serie de modelos en los que las condiciones y restricciones necesarias se incluyen paso a paso hasta alcanzar la precisión descriptiva deseada.

Hay casos más complicados, en los que las hipótesis de linealidad contradicen claramente a ciertas características del problema, por ejemplo cuando la relación entre *inputs* y *outputs* no es lineal, cuando nos enfrentamos a decisiones indivisibles o cuando consideramos la información no determinista; en estos casos, el modelo lineal resulta un buen punto de partida para posteriores generalizaciones.

b) Simplicidad. A pesar de su universalidad y buena precisión, el modelo lineal es muy rudimentario, ya que se basa en el álgebra lineal, con lo que incluso aquellas personas con conocimientos matemáticos modestos son capaces de comprenderlo y manejarlo. Esto es importante a la hora de hacer un uso creativo, no rutinario de los medios analíticos que aporta el modelo.

c) Cálculo eficiente. La necesidad de resolver estos problemas trajo consigo el desarrollo de métodos especiales y muy eficientes tanto en la URSS (*método de mejoras sucesivas*, *método de los multiplicadores*) como en EEUU (el conocido *método simplex* de G. Dantzig), así como teorías muy detalladas acerca del uso de tales métodos. La estructura algorítmica de éstos ha permitido más tarde escribir los correspondientes códigos de ordenador, por lo que hoy en día, gracias a las variantes más modernas de dichos métodos, los ordenadores modernos pueden resolver rápidamente problemas con cientos y miles de restricciones, con decenas y cientos de miles de variables.

d) Análisis cualitativo: índices. Junto a la solución de planificación óptima, el modelo aporta valiosas herramientas de análisis cualitativo tanto sobre ciertas tareas en concreto, como sobre el problema en su conjunto. Esta posibilidad se abre a través de un sistema de índices de cada actividad y factor limitativo que se encuentra de forma simultánea a la solución óptima, llamado, siguiendo al profesor T. Koopmans, "*precios sombra*". Mi término para éstos era "*multiplicadores resolutorios*", ya que en realidad eran un instrumento auxiliar a la hora de encontrar la solución óptima, igual que los multiplicadores de Lagrange. Sin embargo, después de que se descubriera su significado económico y su importancia analítica, se pasaron a llamar en contextos económicos "*valoraciones objetivamente determinadas*" (en ruso se usa el acrónimo "*o.o.o*"). Se pueden interpretar como índices de valor de bienes y de equivalencias de factores determinados intrínsecamente para cada problema, ya que muestran cómo se pueden intercambiar los bienes y los factores, al modificarse el óptimo. Por tanto, estas valoraciones permiten calcular de forma objetiva precios contables y otros índices económicos, así como analizar su estructura.

e) Concordancia de los medios y los problemas. A pesar de que las empresas y los organismos oficiales occidentales de economías capitalistas usaron estos métodos satisfactoriamente, su espíritu se corresponde más bien a los problemas de las economías socialistas. Su eficacia está comprobada a través de la aplicación exitosa de estos métodos a ciertos problemas concretos de la ciencia económica y de la investigación operativa. Tienen aplicación a tan gran escala, como la planificación de largo plazo de algunas ramas de la economía soviética, por ejemplo, la distribución territorial de la producción agrícola; estamos hablando de modelos complejos, entre los que se encuentra la planificación a largo plazo de la economía nacional en su conjunto. Estos problemas se estudian en institutos de investigación especiales: el Instituto Económico-Matemático Central en Moscú (dirigido por el académico N. Fedorenko) y el Instituto de Ciencia Económica y Organización Industrial en Novosibirsk (dirigido por el académico A. Aganbegjan).



N. Fedorenko

Resulta necesario mencionar el estado actual de la planificación óptima y de los métodos matemáticos en las investigaciones teóricas de la ciencia económica soviética. El modelo lineal ha resultado ser la descripción lógica más simple de los problemas de planificación y de análisis económico. Ha contribuido de forma significativa a los avances en problemas de valoración, por ejemplo al justificar la contabilidad de los precios de producción o del uso de los recursos naturales. Ha aportado también un enfoque cuantitativo a la hora de reflejar el factor tiempo en las inversiones. Nótese que un modelo que describe un simple índice económico a veces tiene una forma matemática bastante sofisticada (es el caso de un modelo que describa el uso de un stock de capital, del cual se derive la estructura de pagos de amortización).

Un problema a mencionar especialmente es el de las decisiones descentralizadas. El estudio de un complejo de modelos a dos niveles nos lleva a la conclusión de que, en principio, es posible descentralizar las decisiones manteniendo el objetivo del complejo

en su conjunto, siempre que se planteen correctamente los objetivos de cada modelo local. Hemos de recordar el brillante formalismo matemático de la idea de descomposición a cargo de G. Dantzig y Ph. Wolfe. La importancia de su artículo de 1960 va más allá del algoritmo, y sus fundamentos matemáticos dieron pie a un gran número de discusiones y varios trabajos en todo el mundo, en particular en nuestro país.

En paralelo al análisis *input-output* y a los modelos de optimización, como resultado de la actividad de una gran comunidad de científicos, la teoría y la práctica económicas se han visto enriquecidas con herramientas analíticas tales como la estadística, la programación estocástica, el control óptimo, los métodos de simulación, el análisis de demanda o la ciencia económica social.

En resumen, podríamos decir que como resultado de quince años de intenso desarrollo y divulgación de los métodos descritos anteriormente, hemos conseguido resultados muy significativos.

3. Dificultades

El nivel de desarrollo y especialmente el de las aplicaciones puede dejar, sin embargo, cierto sentimiento de insatisfacción; no se ha conseguido resolver muchos problemas. Muchas aplicaciones son temporales y no sistemáticas al no haberse hecho regulares. En el caso de los problemas más complicados y de mayor perspectiva, como por ejemplo los de planificación nacional, no se han encontrado hasta el momento formas de plantearlos con una aceptación generalizada. La actitud hacia estos métodos, al igual que hacia muchas innovaciones, ha sido a la vez tanto de escepticismo y resistencia, como de un entusiasmo y unas esperanzas exagerados, lo cual a veces ha llevado a decepciones e insatisfacciones.

Desde luego podemos afirmar que los resultados no están mal para un periodo de tiempo tan corto, en comparación con el largo tiempo que tardan en extenderse muchas innovaciones técnicas, o en comparación con la física y la mecánica, disciplinas en las cuales hay modelos teóricos todavía sin comprender, a pesar de tener doscientos años de antigüedad. Sin embargo, preferimos mencionar algunos problemas concretos para apuntar las principales dificultades y sus causas, así como para esbozar algunas posibles soluciones. Las dificultades aparecen tanto por las cualidades específicas del objeto de la investigación como por defectos de la investigación propia y su desarrollo práctico.

El hecho económico es difícil de describir formalmente, dada su complejidad y peculiaridad. Los modelos ahondan tan sólo en algunos de sus aspectos y sólo describen la realidad económica de forma aproximada y ruda, por lo que es generalmente difícil estimar la corrección de sus descripciones y sus conclusiones.

Por tanto, a pesar de la universalidad de los modelos y sus generalizaciones, los enfoques rutinarios no suelen ser eficientes. El trabajo con un modelo serio y su aplicación práctica requiere una gran elaboración científica, con la colaboración simultánea de economistas, matemáticos y especialistas en el campo concreto; incluso en los casos más exitosos, el poner a prueba y mejorar las recomendaciones prácticas de los modelos hace que pasen varios años hasta que el modelo consigue extenderse.

Resulta especialmente importante cuantificar en qué medida las diferencias entre el modelo y la realidad influyen en los resultados del modelo y corregir estos resultados, o el modelo en sí. Esta parte del trabajo suele permanecer inobservada.

La etapa más dura a la hora de construir un modelo es la obtención de datos, ya que, al no haberlos necesitado nadie anteriormente, pueden contener errores sustanciales o incluso no existir. Hay dificultades de principio en la predicción de datos futuros y en las previsiones de desarrollos industriales.

El cálculo de las soluciones óptimas también tiene su dificultad. A pesar de la existencia de algoritmos y códigos eficientes, los programas lineales no suelen ser demasiado simples al ser muy grandes. Las dificultades crecen significativamente al modificar el modelo lineal con alguna generalización.

Anteriormente mencionamos la relación perfecta que existe en el modelo lineal, en teoría, entre la solución óptima y los índices basados en los precios sombra. Sin embargo, las decisiones reales y el trabajo que desarrollan los entes locales se evalúan no a través de los índices teóricos, sino a través de los precios reales y otros métodos de evaluación, difíciles de reemplazar. Si una región adoptara sus propios índices, aparecerían fricciones en las fronteras con otras regiones. Es más, hay parcelas del sistema económico que difícilmente se dejan describir a través de modelos matemáticos y que no siempre presentan características cuantificables. Por ejemplo, la producción industrial es más fácilmente describible que la demanda o las preferencias de los consumidores. A la vez, al resolver el problema de planificación óptima no se tiende sólo a minimizar los recursos usados, sino a una estructura de producción óptima para los consumidores. Esto complica la elección de la función objetivo correcta.

La situación, desde luego, no es desesperada. Por ejemplo, uno podría usar una idea de óptimo global (un estado que no puede ser mejorado en su globalidad, la "*decisión eficiente*" de A. Wald) lo suficientemente concisa, luego podría adherirse a unos cuantos criterios o ser menos riguroso y resolver la parte industrial del problema por métodos de optimización y la del consumo por métodos expertos tradicionales. Uno podría también intentar usar la econometría; en resumen, demasiados "podría" indican que el problema se encuentra muy lejos de ser solucionado.

La descentralización, en el contexto de la planificación, implica encontrar rutinas para coordinar los planes de partes autónomas de un sistema económico. Se puede usar una separación condicional del sistema fijando los flujos entre las partes y los valores de los parámetros. Se podría usar la idea de *recomputación secuencial de parámetros*, que ha sido desarrollada por muchos autores para el esquema de Dantzig-Wolfe, así como para modelos lineales agregados.

La solución a los problemas económicos que van surgiendo y en particular a aquellos relacionados con la revolución científico-técnica, frecuentemente no puede basarse en los métodos ya existentes, sino que requiere ideas y enfoques nuevos. Esto ocurre con la protección de la naturaleza. Para valorar económicamente la eficiencia de las innovaciones técnicas y sus tasas de propagación no se puede tener en cuenta solamente la estimación a largo plazo de sus resultados directos, sino que también hay que contabilizar las peculiaridades de la nueva tecnología, así como la aportación total que hace al progreso técnico.

Los métodos de contabilización basados en modelos matemáticos, el uso de ordenadores para distintos cálculos y para el procesamiento de datos sólo son una parte del mecanismo de control; la otra parte es la estructura de control. El éxito del control depende, por tanto, de hasta qué punto esté garantizado el interés personal en que la información sea correcta y completa, en la toma correcta de decisiones. Crear tales intereses (incentivos) y mecanismos de control no es fácil.

Para conseguir que los nuevos métodos realmente se extiendan, han de ser estudiados y comprendidos por aquéllos que trabajan en la ciencia económica y de planificación. Es necesario reorganizar el sistema, superar las barreras psicológicas, desprenderse de las rutinas usadas durante mucho tiempo y pasar a las nuevas.

Para ello, disponemos de un sistema educativo pensado para introducir los nuevos métodos en toda la administración, hasta los más altos niveles. La reorganización contable suele combinarse con la introducción de sistemas de información informatizados. Por supuesto que tal revolución en los métodos y la concienciación es difícil y conlleva tiempo.

4. Perspectivas

A pesar de todas las dificultades, confío en las perspectivas de propagación de los métodos matemáticos, en especial en las de la optimización, en la ciencia económica y en el control económico a todos los niveles. Nos puede aportar una mejora sustancial de la planificación, un mejor uso de los recursos, un aumento en el ingreso nacional y en la calidad de vida.

Las dificultades de modelización y creación de datos son superables, de igual forma que han sido superadas en las ciencias naturales y técnicas. Mi esperanza se basa en la cada vez mayor corriente de investigación en nuevos métodos y algoritmos en este campo, dado que cada vez existen más enfoques teóricos y más planteamientos nuevos de ciertos problemas. Éstos surgen de estudios tanto sobre temas generales como sobre otros más concretos en distintos campos económicos, llevados a cabo por todo un ejército de jóvenes investigadores con talento. Se está produciendo un gran progreso en estos momentos en el desarrollo de hardware y software informático.

Los matemáticos, los economistas y los dirigentes han llegado a un mayor nivel de entendimiento.

Las condiciones favorables para el trabajo en este campo se deben a nuevos hallazgos sobre los métodos de control y sus mejoras, hechos en los últimos años por nuestras autoridades.



matemática

revista digital de divulgación matemática

(*) En *Nobel Lectures, Economics 1969-1980* (A. Lindbeck, ed.), World Scientific Publishing Co., Singapore, 1992. © The Nobel Foundation 1975. *Matemática* agradece a la Fundación Nobel el permiso para traducir y publicar este texto. [Traducción: Guzmán González-Torres, supervisión: Manuel Morán].