

# FORMACIÓN MATEMÁTICA DEL ECONOMISTA

*LUIS MEJÍA MARCATINCO \**

## RESUMEN

*Se explica la importancia y utilidad de las matemáticas en la formación y trabajo de los economistas.*

### ***¿QUÉ ES Y QUÉ HACE EL ECONOMISTA?***

Una breve pero atenta lectura de casi cualquier libro de economía revela rápidamente que ésta tiene mucha relación con problemas importantes de la vida diaria, tales como inflación, salarios, desempleo, balanza de pagos, tributación, contaminación y así sucesivamente. En otras palabras, es tarea interesante y desafiante para la economía el estudio de tales fenómenos con criterio de comprensión y para suministrar una explicación de ellos. Sin embargo, aunque tal área es estimulante y a la vez vale la pena, la vasta complejidad de la economía industrial moderna la hace

hasta cierto punto desalentadora. El hecho de que cierto conocimiento de las matemáticas sea necesario para el estudio de la economía complica lograr entender en forma racional a ésta.

El economista es el profesional que se dedica al estudio de estos problemas, es decir, al estudio de los relacionados con la producción de los bienes y servicios requeridos por la sociedad, proponiendo los mecanismos más eficaces para su distribución y consumo. Siendo un experto en la planeación y análisis de inversiones públicas y privadas, procura la óptima rentabilidad a la empresa u organismo donde presta sus servicios.

*\*Economista y Matemático. Profesor de la Facultad de Ciencias Económicas de la UNMSM. E-Mail: D210030@unmsm.edu.pe*

El economista estudia y analiza todo el proceso de producción, dilucidando las condiciones que favorecen u obstaculizan el desarrollo económico; evalúa las políticas de comercio interior y exterior; analiza y diseña programas de inversión a corto o largo plazo en función de las necesidades de la comunidad, debiendo considerar la creación de nuevas fuentes de trabajo; asesora y colabora en planeación y legislación de tarifas arancelarias e investigación de mercados, así como en el mejoramiento de fuentes de producción, explotación y transformación de recursos, en base a los datos estadísticos que compila e interpreta.

En la medida que el economista se dedica al estudio de situaciones complejas que involucran varios factores, debe poseer capacidad para analizarlos en sus últimos detalles, buscando la relación que guardan entre sí o con otras categorías, para llegar a integrarlos bajo la solución o explicación que considere más adecuada.

Debido a que efectuará la mayor parte de su trabajo en colaboración con otros profesionales, deberá poseer la suficiente adaptabilidad para integrarse a un grupo y, llegado el caso, organizar y planear las actividades a seguir.

Es de gran importancia para el desempeño exitoso de esta profesión contar con sensibilidad para captar los problemas de carácter económico, político

y social, y sus posibles repercusiones en todos los niveles.

La capacidad para el cálculo y la matemática resulta primordial, ya que los planteamientos y soluciones que ofrecerán estarán basados en el análisis estadístico de la información que posea y en proyecciones o programaciones que elabora. Debido a esto, también resulta necesario que el estudiante de esta carrera busque continuamente la exactitud y la sistematización de los datos que maneje, así como tenga capacidad de visualizar a largo plazo las consecuencias de sus proyecciones.

El futuro economista ha de tener dominio del lenguaje, ya que el resultado de su labor, sean informes, dictámenes o proposiciones, los deberá presentar comúnmente por escrito.

### ***¿POR QUÉ SE USA LA MATEMÁTICA?***

En el VI Congreso Internacional de Lógica, Metodología y Filosofía realizado en Hannover, Alemania en 1989, el Dr. Werner Hildebrand de la Universidad de Bonn presentó un estudio respecto del lugar que ocupan las matemáticas en las Ciencias Económicas. Este amplio estudio de las matemáticas aplicadas a la economía es fundamental para la profesión del economista, porque sea cual fuere lo que se diga respecto de las matemáticas como impulsoras de la economía, o como una competidora, por sus

propios méritos, que busca perfeccionar la metodología y eficiencia de la economía, es claro que se tiene que estudiar como parte de la estructura total de la economía.

Ahora bien, el uso de la matemática en la Teoría Económica no es, en modo alguno un desarrollo reciente. Si nos remontamos a los grandes maestros de la economía política clásica, Adam Smith y David Ricardo, no pasaron del uso de ejemplos numéricos para ilustrar sus teorías. Ellos combinaron de manera esencialmente literaria la observación de los hechos con el análisis deductivo de la relación de causa y efecto para explicar el comportamiento del sistema económico dentro del cual les tocó vivir.

Del mismo modo, en los escritos de John Stuart Mill, el último de los grandes economistas políticos clásicos, lo mismo que en los trabajos de Karl Marx, se usaron fórmulas y diagramas matemáticos solamente a modo de lenguaje taquigráfico o como recurso expositivo.

Más tarde con la aparición de los neoclásicos la situación cambió drásticamente y se realizó el mayor avance del uso de la matemática en la economía. Esto no se debió a la obra de un solo hombre, pues esto rara vez sucede, más bien ocurrió cuando el «clima intelectual» estuvo adecuado. Sin embargo, hay nombres que están universalmente asociados con la nueva idea de la matemática en la economía. Son los neoclá-

sicos, entre los que podemos mencionar a Cournot, Jevons, Menger, Walras, Gassen, Edgeworth, Marshall, Pareto y otros. La novedad esencial es que los neoclásicos se preguntaron: «dada una economía en cierta población que tiene determinadas preferencias, recursos técnicos, ¿cómo pueden asignarse estos recursos mediante un sistema de mercado, de modo que se **maximice** la satisfacción de los consumidores?».

La transición de la economía política clásica a la neoclásica fue un desplazamiento del análisis macroeconómico al análisis microeconómico. En la microeconomía el comportamiento de los agentes individuales es el principio sobre el cual se construye la teoría. Esta nueva orientación hacia el asunto de la decisión individual, concebido como un problema de maximización, admite con mucha naturalidad el uso del **cálculo**. De esta manera se establece el nexo entre la matemática infinitesimal y la economía.

El análisis económico y el razonamiento matemático tienen un origen común en la lógica. El problema típico en matemática consiste en deducir o sacar conclusiones o proposiciones de un número dado de supuestos. Es decir, dados ciertos supuestos, el matemático empleará un razonamiento y un proceso lógico para sacar en conclusión un número de proposiciones producto de los supuestos. Este tipo de procedimiento es también típico de la teoría economi-

ca. Por ejemplo, podemos operar bajo los supuestos de que una ama de casa tiene cierta escala de preferencias para combinaciones alternas de las cantidades de mercancía que va adquirir, que dicha ama de casa intenta hacer sus selecciones y compras de las mercancías de tal modo que pueda obtener el punto más elevado en su escala de preferencias, y que el ama de casa gasta todo su ingreso monetario en la adquisición de dichas mercancías. A esta altura podemos preguntar cuál será la relación entre las cantidades de mercancías que adquirirá el ama de casa y los precios de las mismas. En este caso las matemáticas nos serán útiles para traducir los supuestos dados y las conclusiones deseadas a sus equivalentes lógicos. En un proceso de esa naturaleza, las matemáticas permiten al analista económico definir con exactitud las variables más importantes, ser absolutamente claro en lo que respecta a los supuestos establecidos, ser lógico en el desarrollo del análisis y verse libre del probable error que surgiría si tuviera que manejar verbalmente un gran número de variables al mismo tiempo.

El uso de la matemática en economía presenta las siguientes ventajas:

1. El lenguaje es más conciso y exacto;
2. Existe una abundancia de teoremas matemáticos a nuestro servicio.
3. Al forzarnos a establecer explícitamente todas nuestras hipótesis como un pre-requisito para el uso de los teoremas matemáticos, nos protege del

peligro latente de adoptar, inintencionalmente, hipótesis implícitas no deseadas; y,

4. Nos permite tratar el caso general de  $n$  variables.

El conocimiento de las matemáticas llega a ser útil en la economía sólo después que el estudiante se ha adiestrado a sí mismo en la teoría económica.

### **CONCEPTOS ACTUALES DE LA MATEMÁTICA**

Muchas personas que no se especializan en matemáticas necesitan conocerlas bastante y las usan todos los días en el ejercicio de diversas profesiones. Este siempre fue el caso de los ingenieros y los físicos, quienes ahora necesitan usar matemáticas aún más avanzadas. Cada proyecto nuevo en la aviación, astronáutica o en electrónica requiere una capacitación mayor de los ingenieros, los hombres de ciencia y los técnicos. Las matemáticas se usan extensamente ahora y se requieren en disciplinas como Ciencias Sociales, Medicina, Psicología, Geología, Administración Comercial. En todas estas ramas del saber se usa mucho razonamiento matemático y diversas clases de matemáticas. El uso de computadoras electrónicas en el comercio, en la industria y en economía está generalmente a cargo de personas que deben aprender más matemáticas y cálculo a fin de realizar sus trabajos regulares. Para que una per-

*Quipu de canutos (Colección Carlos Radicati)*

sona pueda obtener esos empleos necesita conocer mucho acerca de las matemáticas. Simplemente, para comprender estos aspectos de la vida moderna y para apreciarlos suficientemente como buen ciudadano se necesita mayor capacitación en el campo de la matemática.

En consecuencia, el rol de la matemática en la economía va más allá de ser un simple lenguaje taquigráfico o un recurso expositivo conveniente.

La Teoría Económica, si se la entiende como una teoría axiomática, no puede estar separada de la matemática. Que la teoría económica deba formularse en modo axiomático no es un requerimiento reciente. Stanley Jevons, en el capítulo de su «Theory of Political Economy», dedicado a los métodos lógicos de la economía, escribió en 1871: «En posesión de ciertos hechos, de la observación, formulamos hipótesis acerca de las leyes que gobiernan estos hechos, razonamos deductivamente a partir de las hipótesis dirigiéndonos hacia

los resultados esperados, y luego examinamos los resultados en conexión con los hechos que sirvieron como punto de partida».

Existe una famosa proposición enunciada por David Hilbert en su «Axiomatiches Denken» (1918): «Toda oposición al pensamiento científico se derrumba en cuanto éste adquiere, a través de la axiomatización y, por ende, de la matemática, la solidez de una teoría».

Al contrario de lo que se dice frecuentemente, los economistas no tienen realmente la posibilidad de elegir entre una exposición puramente literaria y una exposición matemática. Por supuesto, se pueden formular en prosa tanto las hipótesis como las conclusiones. Pero, por ejemplo, el problema de la consistencia de la hipótesis conduce necesariamente a un problema matemático.

Edgeworth llamó al cálculo la «lengua madre de la economía» pues fue el método apropiado que utilizaron los marginalistas.

Sin embargo, posteriormente, otros problemas no pudieron ser tratados adecuadamente con el cálculo. Koopmans inició con gran éxito el uso del análisis convexo y logró notables contribuciones. Recientemente, cuando se introdujo la teoría de la medida en el análisis económico para formular el tradicional concepto económico de competencia perfecta, calificó al uso de los

conceptos de la teoría de la medida como «alarde» y «caprichosa» extensión.

Todo economista tiene que enfrentarse a este problema a su manera. Últimamente, al leer algunos trabajos donde se empleaba análisis no comercial para el tratamiento de problemas económicos, que se manejan con los recursos de la teoría de la medida, se siente el problema en forma muy aguda. Es en situaciones como ésta que resulta tan tentador, y parece tan acorde con la realidad, argumentar acerca del mundo concreto y poner énfasis en la debilidad del modelo teórico para cubrir la carencia de formación matemática

### **EXPERIENCIAS DE LAS APLICACIONES MATEMÁTICAS**

Hemos visto que los conceptos matemáticos lo fueron en su origen sólo a modo de tránsito, es decir, «*per accidens*», para ser proyectados inmediatamente de nuevo al campo de la realidad. Pero estos entes de razón, una vez creados, adquieren carta de ciudadanía en nuestra mente, se enseñorean de ella, convirtiéndose en conceptos matemáticos puros, en conceptos matemáticos *per se*. Y la mente matemática, libre ya de las trabas con el mundo físico real, del que recibió los impulsos iniciales estimulantes, teje y combina, abstrae y generaliza, se ensancha, prolifera y progresa, lo mismo en sus ramas y frutos que en sus raíces o fundamentos. Y ocurre un fenómeno curioso. Este desarrollo ya

efectuado a espaldas de toda aplicación al mundo físico, este tesoro matemático puro, tan desinteresadamente acumulado, constituye una reserva conceptual, de la que inesperadamente surgen posteriores aplicaciones al mundo físico que nadie era capaz de prever. La ciencia presenta ejemplos de tal naturaleza en tal cantidad, que con razón puede decirse que la matemática pura de hoy volverá a ser matemática aplicada de mañana.

Nos ha tocado vivir en un mundo que cambia muy rápidamente. Lo interesante es que los matemáticos y las matemáticas han contribuido a todas estas formas de progreso.

En la **industria telefónica**, las matemáticas se usan para diseñar maneras de pasar de un circuito a otro, a fin de que, cuando se marque un número telefónico, se tenga buena probabilidad de no encontrarse con una línea ocupada. Las matemáticas han contribuido especialmente al descubrimiento de mejores medios para enviar información a través de hilos telefónicos o mediante sistemas de comunicación inalámbrica.

En la **industria de la aviación y en la astronáutica** las matemáticas ayudan a determinar la mejor forma para un avión o para una nave interplanetaria, y la necesaria solidez de su construcción. Otra clase de matemáticas predice el riesgo de que un avión se desintegre mientras vuele a grandes velocidades a

través de una zona tormentosa. También hay otras formas de matemáticas que ayudan a diseñar la radio y el radar que se usan para guiar los aviones y mediante los cuales unos aparatos pueden comunicarse con otros y con los aeropuertos.

En casi toda clase de fábricas, las matemáticas (el cálculo de probabilidades) se usan para predecir la durabilidad o eficiencia de los objetos fabricados. Muchas veces el fabricante debe garantizar el funcionamiento correcto de su producto basado en una predicción matemática. Si un matemático se equivoca, el fabricante pierde dinero (¡y el matemático puede perder su empleo!).

Otras clases de matemáticas nuevas ayudan a los **comerciantes** a decidir cuánto deben producir, cómo distribuir mejor el tiempo de producción para no tener que pagar sobresueldo a los operarios, y dónde construir nuevas instalaciones a fin de reducir los gastos de transporte.

En la **industria petrolera** las matemáticas se utilizan extensamente para decidir cuántos pozos deben abrirse, y dónde deben abrirse, y dónde deben perforarse para obtener la mayor cantidad posible de petróleo con el menor costo. Las técnicas matemáticas también ayudan al fabricante de gasolina a decidir cuántas gasolina de cada clase debe refinar, partiendo de distintos tipos de petróleo crudo.



*Quipu (Colección Percy Dauelsberg), Foto: M. y R. Ascher*

En todos estos negocios e industrias, como asimismo en universidades y organismos gubernamentales, se calcula extensamente mediante las matemáticas y las nuevas computadoras electrónicas.

Antes de la segunda guerra mundial, casi todos los matemáticos eran profesores en los colegios secundarios y en las universidades. Desde entonces, el mundo de las matemáticas y los matemáticos ha cambiado muchísimo.

Pero los economistas, nos preguntamos ¿por qué se usa tanto la matemática actualmente en tan distintas actividades? Una de las razones es porque el razonamiento matemático y las distintas clases de matemáticas que se han desa-

rollado, permiten de una manera precisa describir situaciones complicadas y analizar problemas difíciles. El lenguaje de las matemáticas se expresa en símbolos breves, precisos, definidos y usados de acuerdo a reglas lógicas. Esto hace que a menudo sea posible estudiar problemas demasiado complicados como para ser visualizados directamente. Frecuentemente el razonamiento matemático predice la posibilidad o imposibilidad de realizar un experimento científico. A veces, la respuesta más útil que un matemático puede encontrar es demostrar sin lugar a dudas que el problema (o la máquina, o el sistema, o el experimento) que se estudia es imposible. El trabajo matemático puede también mostrar por qué el problema es imposi-

ble en la forma actual y sugerir una manera de evitar las dificultades.

Pero quienes conocen y manejan bien el análisis matemático saben que su objetivo no es simplemente el de calcular números, sino también el de hallar relaciones entre magnitudes que no pueden expresarse numéricamente, y entre funciones cuyas leyes no admiten una expresión algebraica.

Muchos otros economistas matemáticos hacen análogas afirmaciones. Por ejemplo, Edgworth sostuvo: «No podemos contar las doradas arenas de la vida, no podemos numerar el innumerable encanto de los océanos de amor, pero podemos ser capaces de observar que hay aquí una mayor y allí una menor multitud de unidades de placer, o masa de felicidad, y ello es suficiente»<sup>1</sup>.

La mayor parte de los economistas matemáticos del siglo pasado trataron de defender y justificar el uso de las matemáticas. Walras -probablemente el más grande economista matemático del siglo anterior-, quien hizo numerosos comentarios acerca de este tema en su obra «Elements d' Economie Politique Pure», escribió en 1874:

*«De donde resulta, a fin de cuentas, que la forma matemática es para la economía política pura no solamente una forma posible, sino la forma necesaria e indispensable. Pienso, además, que*

*los lectores que me hayan seguido hasta aquí no tendrán ninguna duda acerca de este punto»<sup>2</sup>.*

## **QUE ES LA ECONOMÍA MATEMÁTICA**

«La economía matemática no es una rama expresa de la economía en el sentido que lo es la hacienda pública o el comercio internacional», dice Alpha C. Chiang, «antes bien, es una aproximación al análisis económico, en la que el economista emplea símbolos matemáticos cuando expone el problema y, además, recurre a teoremas matemáticos conocidos como ayuda en su razonamiento»<sup>3</sup>.

Hasta hace aproximadamente un siglo, las matemáticas casi nunca se empleaban en escritos económicos. Cuando se inició el uso de las matemáticas simples en la literatura económica no fue visto con escepticismo, sino con antagonismo. Por ejemplo, el libro de Cournot intitulado *Recherches Sur Les Principes Mathematiques De La Theorie Des Richeses* (1838), no recibió la atención que merecía sino después de pasados muchos años de su publicación. Apenas con los escritos de economistas como Jevons, Walras y Pareto las matemáticas empezaron a encontrar una aceptación creciente. Hoy como lo señala Leonid Hurwicz, «La economía matemática ya no necesita luchar para sobrevivir». En realidad, el papel de las matemáticas en nuestros días es, y será,

el de un instrumento de ayuda para aclarar la teoría económica y desarrollar el análisis económico, en algunos casos servir para dar lugar a nuevos conceptos e instrumentos matemáticos aptos para la resolución de los problemas económicos. Las matemáticas permanecerán dentro de la ciencia económica, aunque decir esto no implica que las matemáticas puedan resolver cualquier problema o que sin ellas la economía no puede desarrollarse y cumplir su cometido. Significa, sin embargo, que las matemáticas pueden proporcionar una gran ayuda cuando se lleva a cabo el análisis económico, ya sea teórico o empírico.

Una de las tareas de la economía consiste en describir y resumir las relaciones complejas que ocurren en el comportamiento económico de los hombres y de las naciones. Otra de sus tareas consiste en formular proposiciones sobre las relaciones de comportamiento, a fin de hacer predicciones y recomendaciones sobre política. Estas proposiciones están basadas en:

1. La descripción y el resumen de lo que se observa en la realidad, y
2. Supuestos comprobados o no comprobados que establecemos sobre las motivaciones y medios ambientes de las unidades de comportamiento. El método y las herramientas matemáticas son de gran ayuda para el desempeño de estas tareas.

En un nivel realista y práctico, los fenómenos económicos comprenden variables, tales como el producto nacional, el precio de las mercancías, la producción de una industria, la recaudación de impuestos, la compra o no de una casa, etc. Dado que una variable es una característica capaz de asumir diferentes clasificaciones cualitativas, puede ser representada de una manera simple, mediante un símbolo. Una vez que se asigna un símbolo a una característica o a un atributo, el estudio de la interrelación entre las variables económicas puede reducirse a un análisis de las expresiones matemáticas que indican la manera en que los símbolos se encuentran relacionados entre sí. Sin embargo, no todos los fenómenos económicos pueden traducirse a equivalentes matemáticos. Por ejemplo, es difícil dar una representación cuantitativa o **cualitativa** de los gustos o las costumbres. Sujetas a este tipo de dificultad, las matemáticas son de gran ayuda para una formulación sistemática de las relaciones complejas implícitas en las acciones o interacciones humanas que tienen lugar en el sistema económico.

A un nivel abstracto, la economía matemática trata con variables que existen únicamente desde un punto de vista conceptual. En estos casos las variables pueden definirse claramente como conceptos abstractos y se pueden llevar a cabo operaciones lógicas con ellas. De esta manera, se pueden formular modelos teóricos sin hacer referencia si es o

no posible la cuantificación estadística y la prueba de dichos modelos.

### ***¿CUÁNTO Y QUÉ CLASE DE MATEMÁTICA SE DEBE EMPLEAR?***

Los matemáticos razonan acerca de toda clase de preguntas difíciles y de problemas. Cuando resuelven un problema generalmente crean un poco más de matemáticas para añadir al acervo creciente de conocimientos matemáticos. Las nuevas matemáticas pueden usarse juntas con las antiguas para resolver problemas aún más difíciles. Este procedimiento se ha venido siguiendo desde hace muchos siglos y la acumulación total de la matemática es bastante mayor de lo que mucha gente piensa.

Actualmente existen más de ochenta diferentes clases de matemáticas. Ningún matemático puede aspirar a conocer más que una parte pequeña de todo esto. En verdad el estudio de cualquiera de estas ochenta diferentes ramas de las matemáticas ocuparía a un genio matemático por toda su vida.

En otros casos, sin embargo, nos gustaría calcular más precisamente la probabilidad, a fin de comparar las probabilidades de diversas alternativas. Pues bien, los matemáticos han estado haciendo precisamente eso desde hace muchos años, mediante lo que se llama el cálculo de probabilidades.

Es cierto, por ejemplo, que Disney necesitó los servicios de los matemáticos. Es decir, antes de que Walt Disney construyera Disneyland, los matemáticos le respondieron a muchas preguntas de esta clase. Cuando se proponía fundar Disneyland, Disney deseaba saber de qué tamaño debía construirla, dónde debería estar situada, cuánto debía cobrar por la entrada y qué clase de entretenimientos debía ofrecer para los días feriados. No deseaba arriesgar una inversión de US\$ 17 000 000 al construir Disneyland sin saber algo de las probabilidades de su buen éxito.

Las preguntas para las cuales Disney deseaba encontrar respuestas eran de este tipo: si construyó cierta clase de entretenimiento, en determinado lugar y cobro tanto por la entrada, ¿qué probabilidad tendré de obtener cierta ganancia?

Disney se fue al Instituto de Investigaciones de Stanford, donde conversó con un grupo de personas especializadas en aplicar el razonamiento matemático a los problemas de los negocios. Lo primero que hicieron los hombres de Stánford fue recoger varias estadísticas acerca de la gente (sus ganancias, sus hábitos de viaje, sus entretenimientos preferidos, número de hijos, etc.). Combinando esta información mediante razonamientos matemáticos, predijeron la probabilidad de que la gente fuera a un lugar dado y pagara cierta suma por derecho de entrada. Gracias a

esta clase de razonamiento pudieron predecir la probabilidad de tener una Disneyland próspera con cierto tipo de entretenimiento en un determinado lugar. Sabiendo ya la probabilidad de tener buen éxito bajo ciertas condiciones, Disney estuvo mejor capacitado para resolver cómo y dónde construir Disneyland y cuánto cobrar por la entrada.

Este ejemplo es típico de la manera como se usa la probabilidad para calcular el grado de inseguridad de un acontecimiento o la probabilidad de buen éxito en cualquier acción que se proyecta realizar.

La controversia acerca del rol de la matemática en la economía no es asunto de simple decisión, o sea de decir matemática sí o matemática no, sino una decisión acerca de «cuanto» y «qué clase» de matemática se debe emplear.

Cualquier posición que asuma una persona al respecto será bastante débil y subjetiva y de hecho, altamente correlacionada con su real conocimiento de la matemática.

Los métodos matemáticos deben presentarse como un lenguaje para organizar y desarrollar el pensamiento y catalizar la intuición, tal como ha señalado Keynes al definir el enfoque matemático en economía como «un aparato de la mente, una técnica del pensamiento, que ayuda a quien lo emplea a extraer conclusiones de sus hipótesis». El

mejor análisis matemático es aquel que, durante su desarrollo ha sido capaz de enriquecer nuestra concepción intuitiva del fenómeno hasta el nivel suficiente para encontrar lógica la solución obtenida.

## NOTAS

- <sup>1</sup> Edgeworth, F.Y.: *Mathematical Psychics* 1881.  
<sup>2</sup> Walras, León, «Elementos de Economía Política Pura», 1874.  
<sup>3</sup> Chiang Alpha, C., *Métodos Fundamentales de la Economía Matemática*. Ed. Mc Graw-Hill 1987. 3ra. Edic. pág. 3.

## BIBLIOGRAFÍA

- Allen L. Webster: Estadística Aplicada para Administración y Económica*. Editorial IRWIN. 1996.  
*Arya, Jagdish: Matemáticas Aplicadas a la Administración y a la Economía* Editorial Prentice Hall. Hispano Americana, S.A. 1992.  
*Chiang Alpha C.: Métodos Fundamentales de Economía Matemática*. Editorial Mc Graw-Hill 1987.  
*Mejía M. Luis: El Rol de la Matemática en la Economía*. Documento presentado al Seminario. Jornada sobre la Reestructuración Curricular. Agosto 1987.  
*Pointexter J.C.: Macroeconomía*. Editorial Interamericana. 1984.  
*Toranzos, Fausto I.: Formación Matemática del Economista*. Editorial Fondo de Cultura Económica. 1964.  
*Walras, León: Elementos de Economía Política Pura*. 1974.  
*Weber, Juan E.: Matemáticas para administración y economía*. Editorial Harla, 1995.