

Formalización económica

María Rosa Rodríguez de Estofán

Jesús Alberto Zeballos

1 - Introducción

La Economía, como se sabe, *explica y predice* el comportamiento de los fenómenos económicos. Si esta explicación y esta predicción aspiran a ser científicas, deben cumplir con ciertas normas epistemológicas, entre las que se destacan las establecidas por las ciencias formales: la lógica y la matemática.

En tanto que las ciencias físico-naturales se aproximaron cada vez más a este ideal, a las ciencias sociales y a la Economía entre ellas, no les resultó fácil encontrar su propio camino o método; sin embargo, van superando paulatinamente sus dificultades temáticas.

Pero pensamos que, en el estado actual de la ciencia, uno de los problemas epistemológicos para la economía radica en **delimitar los alcances de las ciencias formales (lógica y matemática) en su ámbito.**

Para analizar este problema, recurrimos a:

- Encuestas a alumnos y egresados
- Análisis bibliográfico de cada una de las asignaturas para detectar los elementos matemáticos y lógicos que se aplican en ellas.

En esta ponencia adelantamos sintéticamente algunos de los resultados obtenidos en nuestra investigación.

2 - Resultados

En la Facultad de Ciencias Económicas de la U.N.T. se cursan tres carreras de grado: Contador Público Nacional, Licenciatura en Economía y Licenciatura en Administración de Empresas, correspondiendo, aproximadamente, el 78% de alumnos inscriptos en la Facultad a la primera de ellas. Razón por la cual nuestros primeros análisis están referidos a Contabilidad I, Introducción a la Economía, Costos I y Finanzas de Empresas I que son materias básicas de la carrera de Contador Público Nacional.

2.1. Encuestas

Con el fin de facilitar al alumno el enunciado de los contenidos de las diferentes asignaturas del ciclo matemático que aplica en cada una de estas cuatro materias, se les suministró, como anexo a la encuesta, un listado de los temas pertinentes.

Luego del procesamiento de los datos, obtenidos de las encuestas realizadas a los alumnos en el período lectivo 1998, se desprende que:

El porcentaje de alumnos que cursa regularmente la carrera no alcanza al 50%.

En la asignatura **Contabilidad I**, encontramos que el 82% de los alumnos encuestados identifica el uso de elementos lógicos y matemáticos. De ellos, discriminando por materia

del ciclo matemático son:

Tabla N° 1: Frecuencia Porcentual según la Identificación de los Contenidos

IDENTIFICAN APLICAR TEMAS DE:	%
Algebra	93.0
Lógica y Metodología de la Ciencia	73.0
Introducción al Análisis Matemático	46.0

La identificación de la aplicación de los temas estudiados es la siguiente:

ALGEBRA: Resolución de ecuaciones, Sistemas de ecuaciones, Polinomios, Matrices y Símbolo suma.

LOGICA Y METODOLOGIA DE LA CIENCIA: Razonamiento, Métodos deductivo, inductivo e hipotético deductivo y Cálculo cuantificacional.

INTRODUCCION AL ANALISIS MATEMATICO: Funciones de una variable, Gráficos, Derivadas Crecimiento y decrecimiento de funciones y Extremos de una función.

De los alumnos que identificaron el uso de conceptos lógicos y matemáticos en *Contabilidad I*, sólo el 10% manifestó que necesitarían de otros conceptos que no fueron tratados en las asignaturas estudiadas y sugirieron los siguientes: Regla de Tres Simple, Interés, Porcentaje e Interpretación de Gráficos. Tales temas debieron haber sido estudiados en el ciclo medio.

En *Introducción a la Economía*, los alumnos identifican el uso de conocimientos adquiridos en las asignaturas Algebra, Lógica y Metodología de la Ciencia, Introducción al Análisis Matemático y Análisis Matemático, según se muestra en la tabla siguiente:

Tabla N°2: Frecuencia Porcentual según la Identificación de los Contenidos.

IDENTIFICAN APLICAR TEMAS DE:	%
Algebra	100.0
Lógica y Metodología de la Ciencia	40.0
Introducción al Análisis Matemático	94.0
Análisis Matemático	77.0

El total de los encuestados contesta que aplica temas de Algebra y de alguna de las otras asignaturas.

Los temas de estas cuatro asignaturas, que los alumnos aplican en *Introducción a la Economía* se detallan a continuación:

ALGEBRA: Números reales, Operaciones elementales y sus propiedades, Polinomios,

Factoreo, Ecuaciones lineales y cuadráticas, Sistemas de ecuaciones, Desigualdades, Símbolo suma, Gráficas de rectas y parábolas, y Valor absoluto.

LÓGICA Y METODOLOGÍA DE LA CIENCIA: Simbologías, Implicancias y/o inferencias, Razonamiento, Métodos deductivo e inductivo, Interpretación y formalización de enunciados, Principios y reglas de axiomatización, Lógica proposicional, cuantificacional y de clases, y Relaciones.

INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS MATEMÁTICO: Función de una variable, Gráficos, Derivada, Interpretación geométrica, Puntos críticos, Extremos, Criterios para localizarlos y Puntos de inflexión.

ANÁLISIS MATEMÁTICO: Función de dos variables, Curvas de nivel, Gráficos, Funciones homogéneas, Función de Cobb-Douglas, Derivadas parciales, Derivación implícita, Extremos libres, Extremos condicionados e Integrales.

Se observa que los alumnos identifican la aplicación de la mayoría de los temas aprendidos en las asignaturas que corresponden a las ciencias formales. Se destaca que *Introducción a la Economía* requiere de todos estos conocimientos para su aprendizaje y la interpretación de sus aplicaciones. Los alumnos supieron individualizar estas aplicaciones.

En el análisis de los contenidos lógicos y matemáticos que los alumnos aplican en *Costos I*, sólo el 57% los identifica. La siguiente tabla muestra, las asignaturas a las cuales ellos pertenecen.

Tabla N°3: Frecuencia Porcentual según la Identificación de los Contenidos.

IDENTIFICAN APLICAR TEMAS DE:	%
Algebra	80.5
Lógica y Metodología de la Ciencia	24.9
Introducción al Análisis Matemático	61.1
Análisi Matemático	41.8

Algunos alumnos identificaron contenidos de más de una asignatura.

Los **temas**, que los alumnos declaran aplicar en la asignatura *Costos I*, son:

ALGEBRA: Cálculos algebraicos, Desigualdades y Resolución de ecuaciones.

LOGICA Y METODOLOGIA DE LA CIENCIA: Razonamientos, Técnicas de razonamientos deductivos y Procedimientos inductivos.

INTRODUCCION AL ANALISIS MATEMATICO: Funciones de una variable, Gráficos, Derivadas, Concavidad y Extremos.

ANALISIS MATEMATICO: Funciones de varias variables, Extremos y Método de los cuadrados mínimos.

Los alumnos han podido identificar conceptos lógicos y matemáticos que se aplican

en *Costos I*, pero son notorias las dificultades que tuvieron en el reconocimiento de temas de Análisis Matemático, debido a que ésta, en el plan de estudio de la carrera, no es una materia correlativa.

En *Finanzas de Empresas I*, los alumnos identifican el uso de conocimientos adquiridos en las asignaturas Álgebra, Lógica y Metodología de la Ciencia, Introducción al Análisis Matemático y Análisis Matemático, según se muestra en la tabla siguiente:

Tabla N°4: Frecuencia Porcentual según la Identificación de los Contenidos.

IDENTIFICAN APLICAR TEMAS DE:	%
Álgebra	94.0
Lógica y Metodología de la Ciencia	60.0
Introducción al Análisis Matemático	82.0
Análisis Matemático	32.0

Los temas reconocidos por los alumnos en *Finanzas de Empresas I* son:

ALGEBRA: Ecuaciones, Polinomios, Sistemas de ecuaciones, Matrices y Símbolo suma.

LOGICA Y METODOLOGIA DE LA CIENCIA: Razonamiento, Métodos deductivo, inductivo e hipotético deductivo y Cuantificación.

INTRODUCCION AL ANALISIS MATEMATICO: Funciones de una variable, Gráficos, Derivadas, Crecimiento y decrecimiento y Extremos de una función.

ANALISIS MATEMATICO: Funciones de dos variables, Derivadas parciales, Extremos, Integrales y Series.

Es notable la identificación, por parte de los alumnos, de los temas tratados en las asignaturas del ciclo matemático. Existe, además una gran coincidencia de aplicación de estos en las distintas asignaturas de la carrera de Contador. También, se observa que en Introducción a la Economía y en Finanzas de Empresas I es frecuente y abundante el requerimiento de los procesos lógicos y matemáticos.

2.2. Análisis Bibliográfico

Esta actividad fue realizada para detectar la interrelación de los conceptos lógicos y matemáticos con los correspondientes conceptos específicos en cada una de las materias consideradas. Para ello se recurrió a textos clásicos de las asignaturas. Este análisis fue realizado ampliamente y en detalle; pero por razones de espacio, presentamos resumidos los informes sobre Contabilidad I, Costos I y Finanzas de Empresas.

El análisis bibliográfico en la asignatura *Contabilidad I*, se realizó con el texto «Bases para un Sistema de Información Contable», cuyo autor es el Profesor Héctor Carlos Ostengo.

Precisar el ámbito de la Contabilidad, discernir sus elementos esenciales (ente eco-

nómico, objeto, recurso, objetivo, comerciante, sociedad comercial, empresa, ...), determinar las influencias mutuas entre *recursos, fuentes y aplicación de recursos, inversión, financiación...*, establecer *unidades de medida y criterios de valor*, esclarecer las interconexiones teóricas y prácticas entre la Contabilidad, la Economía, la Administración y las Ciencias de la Información..., no son meras tareas contables, sino que se fundamentan en temas lógicos y matemáticos, como la Definición, el Algebra de Conjuntos, el Cálculo de Funciones o Predicados de Primer Orden, la Lógica de la Identidad... Estructuras y Cálculos Algebraicos, Funciones de una y de varias variables, Algebra de Funciones, Gráficos, etc...

Si se entiende a un sistema de libros contables como un subsistema de un sistema de información más amplio, entonces, debería ser posible examinar la estructura lógico-algebraica de ese sistema contable, que se corresponde con las actividades de cualquier unidad económica, logrando con ello la explicación esencial de un sistema económico - contable.

El análisis bibliográfico de la asignatura *Introducción a la Economía*, se realizó en el texto más consultado por los alumnos esta Facultad, «*Sistemas de Precios y Asignación de Recursos*» de Richard H. Leftwich y Ross D. Eckert.

El texto está organizado en **cinco partes**; que cubren los siguientes temas: *Revisión de los Principios Básicos, Los Fundamentos de la Demanda, Las Bases de los Costos y la Oferta, Precios de Niveles de Producción de Bienes y Servicios y La Determinación de los Precios de los Recursos y sus Funciones*.

2.2.1. Revisión de los Principios Básicos

En esta parte los autores brindan un repaso de la naturaleza y los fines del análisis microeconómico.

Para definir matemáticamente *oferta y demanda*, utilizan los conceptos de: función de una variable, función lineal, función inversa, gráfica de funciones y funciones de varias variables. El precio de equilibrio y la cantidad demandada se obtienen al resolver un sistema formado por las ecuaciones que definen la oferta y la demanda.

La elasticidad-precio de la demanda se define utilizando los conceptos de: variación de una función, variación porcentual y cociente de variaciones. La elasticidad puntual, mediante el concepto de derivada de una función.

Este último y la relación de su signo con el crecimiento o decrecimiento de una función, se utilizan para establecer la relación entre los cambios de precios, la elasticidad y el importe total en efectivo gastado en un bien, y para analizar los factores que influyen en su precio.

2.2.2. Los Fundamentos de la Demanda

Aquí consideran que todo el impulso de la actividad económica en las economías, donde predomina la empresa privada, se dirige a la satisfacción de los deseos humanos, de una manera tan completa como lo permiten los recursos y la tecnología.

Cuando se define la función de preferencia o mapas de indiferencias del consumidor, se aplican los conceptos de: funciones de dos variable y de curvas de nivel. En el análisis del comportamiento de las curvas de indiferencias se utilizan los conceptos de derivada de primero y segundo orden y sus relaciones al variar sus signos. Analizan en sus gráficas, las distintas combinaciones entre el ingreso del consumidor y las posibles unidades demandadas, donde el concepto de pendiente de una curva les permiten explicar los tipos de demandas, inelástica o elástica.

Para maximizar la satisfacción del consumidor bajo las limitaciones de su presupuesto, a través de una función lineal que expresa la relación entre dos bienes, apelan al método de los multiplicadores de Lagrange.

Se recurre al concepto de números índices para analizar cómo la inflación influye en las preferencias del consumidor.

Al definir la ecuación de la curva de Engel, particular función de demanda de un bien en término de los ingresos posibles de los consumidores manteniéndose fijo los demás factores, se utilizan los conceptos de función de una o más variables independientes y gráfica de funciones.

La elasticidad-ingreso de la demanda se define por medio de variación de una función, variación porcentual y cociente de variaciones.

El efecto sustitución de precio y el efecto ingreso ante un cambio de precio y la relación entre ellos, se explican por medio de los conceptos de funciones de más de una variable, diferencial total y método de los multiplicadores de Lagrange. Este último se usa para minimizar la función de preferencia del consumidor a través de la curva de demanda para un bien cualquiera, con ingreso real constante.

El concepto del excedente del consumidor, importe que una persona podría pagar por una cantidad de un artículo menos el importe que el mercado le exige pagar, se explica mediante el cálculo del área de una región, utilizando el concepto de integral definida.

Para definir los conceptos de utilidad y utilidad marginal, se usan funciones de una o más variables y elementos del cálculo diferencial. También es frecuente el uso de las definiciones de extremos libres y extremos condicionados para maximizar la utilidad sujeta a restricciones presupuestarias y obtener relaciones entre la utilidad marginal y el precio de un bien.

2.2.3. Las Bases de los Costos y la Oferta

Para explicar los conceptos de costos y oferta comienza con los principios de la producción.

La función producción en término de los insumos se define con los conceptos de funciones de una y de varias variables, recurriendo a la gráfica de una función de dos variables como una superficie en el espacio tridimensional. Las distintas combinaciones de recursos que se requieren para que una empresa alcance cierto nivel de producción se representan a través de curvas de nivel, llamadas isocuantas. Para el análisis del compor-

tamiento de estas últimas se utilizan los conceptos de derivada de primero y segundo orden y las interpretaciones de la variación de sus correspondientes signos.

La tasa marginal de sustitución técnica se mide como la cantidad de un insumo que la empresa está en posición de ceder a cambio de una unidad adicional de otro, sin que se produzcan pérdidas en la producción. Cualquier combinación de insumos se mide mediante la pendiente de la isocuanta en el punto que representa esa combinación.

Mediante el análisis del crecimiento, decrecimiento, extremos, concavidad y puntos de inflexión de la curva producto total por mano de obra, se describen las curvas producto promedio y producto físico marginal de ese factor. Además, se explican las tres etapas del insumo mano de obra por unidad de capital. Con idéntico procedimiento se tratan las curvas de producto para el capital y sus correspondientes etapas.

La ley de los rendimientos decrecientes, principio que afirma que, si uno de los insumos aumenta en incrementos iguales por unidad de tiempo mientras que las cantidades de los otros insumos se mantienen constantes, la producción aumentará; pero habrá algún punto más allá del cual disminuirá el producto físico marginal del insumo variable. Es decir los aumentos en producción resultantes se volverán cada vez más pequeños. Para formular esta ley se utilizan los conceptos de: promedio, incremento, derivada, relación entre el signo de la derivada y el crecimiento o decrecimiento de una función de una variable.

Las curvas de producción permiten el análisis de las eficiencias técnicas de los recursos, para diversas combinaciones de ellos, que pueden ser utilizadas en la fabricación del producto. La eficiencia técnica de cualquier recurso está representada por el concepto de producto promedio del recurso: cuanto mayor sea la producción por unidad de recurso se dice que es mayor la eficiencia técnica del recurso.

Los cambios, en una determinada proporción de todas las cantidades de los recursos usados, producen variaciones de la producción. Una función de producción que aumenta en una proporción determinada en todos los insumos, incrementará la producción en la misma proporción. Mediante la definición de función homogénea de grado "n", se explican los conceptos económicos de rendimientos constantes, crecientes y decrecientes a escala, dependiendo cada uno de ellos del grado de homogeneidad de la función de producción. En suma, los conceptos de función homogénea y sus propiedades explican en forma matemática el comportamiento de la función de producción para los diferentes tipos de rendimientos.

Cuando se combinan los recursos, el objetivo de la empresa es usar los de menor costo, con el fin de minimizar el costo para cualquier nivel determinado de producción. Esto se explica gráficamente con las curvas de nivel llamadas curvas de isocostos, que muestran las combinaciones de dos recursos que puede comprar una empresa con un determinado costo, según los precios de los recursos. Para que una empresa minimice los costos al lograr un determinado nivel de producción, la tasa marginal de sustitución técnica entre cualquiera de sus recursos, tiene que ser igual a la razón entre los precios de esos recursos, obteniéndose la trayectoria o senda de expansión. Esto se realiza

gráfica y analíticamente mediante el estudio del comportamiento de los isocostos, en el que se incluyen los conceptos de derivadas de primero y de segundo orden, pendientes, crecimientos decrecimientos, extremos y concavidad de una curva.

En la última etapa de un proceso económico, para obtener una distribución óptima o eficiente de los recursos, aunque se recurra a distintos métodos, se siguen utilizando los mismos conceptos matemáticos ya mencionados anteriormente.

2.2.4. Precios de Niveles de Producción de Bienes y Servicios

Explica cómo se organiza la producción mediante los precios y las ganancias en una economía de empresa privada puramente competitiva. Además se exponen las formas en que un monopolio modifica las operaciones y los resultados del sistema.

La explicación de estos conceptos, desde el punto de vista matemático, se realiza utilizando contenidos ya mencionados en partes anteriores.

2.2.5. La Determinación de los Precios de los Recursos y sus Funciones

Explica cómo se determinan los precios de los recursos y sus niveles de utilización cuando prevalece la competencia pura en los mercados, tanto de productos como de recursos. Se consideran las bases de una competencia pura, que luego influyen en la fijación del precio y en la utilización de algún recurso variable.

Los principios de la producción brindan las bases para el análisis de costos, ofertas y demandas; de la fijación de precios, la utilización y distribución de los recursos; además de la distribución de ingresos y de productos.

Nuevamente, la explicación de estos conceptos, desde el punto de vista matemático, se realiza utilizando contenidos ya mencionados en partes anteriores.

Para el análisis bibliográfico de *Costos I* se tuvo en cuenta el texto: «*Manual de Costos*», del Profesor Aldo Mario Sota.

Un resumen de los conceptos matemáticos más importantes que se detectaron, fueron:

- a) El símbolo suma para representar una suma finita. Métodos de prorrates, proporcionalidad, magnitudes y variables.
- b) Procesos algebraicos que permiten obtener diferentes expresiones a partir de una ecuación dada. Igualdades y desigualdades
- c) Variables continuas y discretas. Variables dependientes e independientes.
- d) Funciones de una o más variables independientes. Variación de una función como consecuencia de los cambios en una o más variables.
- e) Funciones polinomiales. Función lineal. Función racional. Gráficos de funciones. Comportamiento gráfico de una función. Máximos y mínimos, su localización.

Para el análisis bibliográfico de *Finanzas de Empresas I* se ha trabajado con el texto «*Administración Financiera*», de James C. Van Horne, que consta de 8 Partes, distribuidas en 28 capítulos.

Los conceptos matemáticos más importantes que se destacaron en el texto fueron:

- Operaciones algebraicas. Razones, proporciones y porcentajes. El cálculo de logaritmos neperianos.
- Funciones de una o más variables independientes. Algebra de Funciones.
- Funciones de variables discretas y continuas. Función constante, lineal, racional y combinaciones entre ellas
- Comportamiento de una función: crecimiento y/o decrecimiento y su tasa.
- Valores extremos. En forma gráfica y analítica.
- Límite «e». Símbolo sigma para abreviar una suma finita. Serie numérica.
- Conceptos estadísticos: media, valores esperados, estudios de regresión, función de densidad, desviaciones, etc.

Es destacable la marcada coincidencia entre los conceptos adquiridos en el tratamiento de las ciencias formales, que identificaron los alumnos en la aplicación de las distintas disciplinas consideradas y los que surgieron del análisis bibliográfico.

3- Conclusiones

Aunque la pertinencia de las ciencias formales se extiende a todas las ciencias, es particularmente notable con relación a las ciencias económicas. Los economistas apelan frecuentemente a modelos matemáticos para analizar la «realidad económica». Por medio de estos modelos, describen la manera en que toman decisiones los individuos, *explican* el comportamiento de las empresas y *predicen* aproximadamente la forma en que éstos interactúan para establecer los mercados. Estas simplificaciones modeladas no contemplan, obviamente, la totalidad de variables que operan en una determinada realidad económica. Pero tal característica no es una propiedad exclusiva de los economistas, ya que toda teoría es un conocimiento simplificado. Así, Newton o Galileo, por ejemplo, postulan un espacio «vacío», reduciendo el espacio real a un constructo teórico que permite estudiar el movimiento de los cuerpos.

En los sistemas axiomáticos de las disciplinas económico-contables consideradas, es imprescindible tener conocimientos lógicos y metodológicos acerca de la axiomatización y los sistemas lógicos, con los metateoremas de la completitud, la consistencia, la decidibilidad y la independencia.

Si bien la aplicación de la lógica y de la matemática en cualquier ámbito científico responde a estrictas reglas de interrelación y contextualización, en las ciencias económicas se requiere de argumentos rigurosos que justifiquen su pertinencia, lo que implica conocimientos sólidos de la teoría matemática que se propone aplicar y una formulación precisa de los conceptos económicos, a los cuales dicha teoría pretende «modelar».

Si no se tuvieran los suficientes recaudos en la aplicación de un lenguaje formal al universo del discurso económico, se podría incurrir en falencias, como: encubrir con fór-

mulas matemáticas supuestos no considerados, distorsionar la relación entre los conceptos económicos y matemáticos (en el sentido que estos últimos puedan abarcar más o menos el contenido económico), pretender conferir límites precisos a conceptos económicos vagos con la exactitud de fórmulas matemáticas, etc...

Bibliografía

- Nagel, Ernst. *La Estructura de la Ciencia. Problema de Lógica de la Investigación Científica*. Bs. As.: Editorial Paidós, 3ra. edición, 1994.
- Blaug, Mark. *La Metodología de las Economías*. Madrid: Editorial Alianza, 1985.
- Ostengo, Héctor Carlos. *Bases para un Sistema de Información Contable*. Tucumán: Editorial El Graduado, vs. Eds.
- Leftwich, Richard H. y Eckert, Ross D. *Sistemas de Precios y Asignación de Recursos*. México: Ed. McGraw-Hill, 1995.
- Sota, Aldo Mario. *Manual de Costos*. Tucumán: Editorial El Graduado, 1988.
- Van Horne, James C. *Administración Financiera*, 9ª edición, Editorial Prentice Hall Hispanoamericana S.A., 1993.