



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Debate sobre el uso de las matemáticas en
Economía en la revisión histórica de finales del siglo
XIX

Debate on the use of mathematics in Economics in
the historical review of the late XIX century

Autora

Eva Rubio Alpeñés

Directora

Begoña Pérez Calle

Facultad de Economía y Empresa de la Universidad de Zaragoza
2022

INFORMACIÓN SOBRE EL TFG

Autora del trabajo: Eva Rubio Alpeñés

Tutora del Trabajo: Begoña Pérez Calle

Título del trabajo: Debate sobre el uso de las matemáticas en Economía en la revisión histórica de finales del siglo XIX.

Debate on the use of mathematics in Economics in the historical review of the late XIX century

Titulación de la que esta vinculado: Grado en Marketing e Investigación de Mercados

RESUMEN

En este trabajo de fin de grado se investiga a través de fuentes secundarias el debate sobre el uso de las matemáticas en Economía en la revisión histórica de finales del siglo XIX.

Este hecho tuvo su auge en 1870, con el inicio del marginalismo. Durante este periodo se despertó un gran interés, en los economistas, por matematizar la economía.

Desde un punto de vista personal, se podría pensar que el precursor de todas estas ideas fue Cournot. En sus obras, introdujo de una forma rigurosa, coherente y correcta las matemáticas. Esto podría haber sido un punto de partida para otros economistas posteriores seguidores de su trabajo.

Para los autores económicos de esta época, la matematización de la economía suponía un gran cambio, lo que provocó una división o debate entre aquellos que estaban de acuerdo con su aplicación y los que estaban en contra de ella.

Este trabajo pretende mostrar, de forma generalizada, las diferentes posturas de los economistas.

Además, se comentarán las aportaciones y limitaciones que esta matematización supondría en la economía.

Se pretende mostrar algo que, aunque a día de hoy vemos normal que los economistas a la hora de realizar sus estudios económicos se sirvan de las matemáticas para completar sus trabajos, en sus inicios supuso un punto de inflexión para los economistas de la época.

Palabras clave: Matemáticas, Economía, matematización Economía, Marginalismo, debate, aportaciones, limitaciones, época.

ABSTRACT

In this end-of-degree project, the debate on the use of mathematics in Economics in the historical revision of the late nineteenth century is investigated through secondary sources.

This fact had its peak in 1870, with the beginning of marginalism. During this period a great interest was aroused in economists to mathematize the economy.

From a personal point of view, one might think that the forerunner of all these ideas was Cournot. In his works, he introduced mathematics in a rigorous, coherent and correct way. This could have been a starting point for other later economists following his work.

For the economic authors of this time, the mathematization of the economy represented a great change, which caused a division or debate between those who agreed with its application and those who were against it.

This work aims to show in a general way, the different positions of economists.

In addition, the contributions and limitations that this mathematization would entail in the economy will be discussed.

It is intended to show something that, although today we see it normal for economists to use mathematics to complete their work when carrying out their economic studies, in its beginnings it was a turning point for the economists of the time.

Keywords: Mathematics, Economy, mathematization Economy, Marginalism, debate, contributions, limitations, time.

“El estudio de la Economía parece no requerir una capacidad especial, unas dotes intelectuales excepcionales. ¿No parece una materia verdaderamente fácil comparada con las materias de filosofía o de ciencias exactas? Sin embargo, es un hecho que los economistas no ya buenos, sino tan solo competentes, son auténticos mirlos blancos. Curiosa paradoja esta: ¡Una materia tan fácil y en la que, sin embargo, pocos destacan! Esta paradoja quizás pueda explicarse por el hecho de que el gran economista debe poseer una rara combinación de condiciones. Tiene que llegar a mucho en diversas direcciones y debe combinar facultades naturales que no siempre se encuentran reunidas en un mismo individuo. Debe ser matemático, historiador, conocedor de la política y la filosofía. Debe dominar el lenguaje científico y expresarse y hacerse entender en el vulgar, contemplar lo particular en términos de lo general y tocar lo abstracto y concreto con la misma altura. Debe estudiar el presente a la luz del pasado y con vistas al futuro. Ninguna parte de la naturaleza del hombre ni de sus instituciones debe ser olvidada por él. Ha de ser simultáneamente desinteresado y utilitario; tan fuera de la realidad y tan incorruptible como un artista y, sin embargo, tan cerca de la tierra como un político.”

(Keynes, 1924)

ÍNDICE

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	6
I. MOTIVACIÓN DEL TRABAJO	6
CAPÍTULO II: CONTEXTUALIZACIÓN	7
I. CONTEXTO HISTÓRICO	7
II. TEORÍA ECONÓMICA EN TÉRMINOS MATEMÁTICOS.....	7
III. TEORÍA DEL EQUILIBRIO ECONÓMICO GENERAL (RESUMEN TEMPORAL)	9
CAPÍTULO III: ASENTAMIENTO DE LAS MATEMÁTICAS EN LA ECONOMÍA	10
I. PRINCIPALES AUTORES QUE ACEPTARON EL USO DE LAS MATEMÁTICAS EN ECONOMÍA.....	10
CAPÍTULO IV: DEBATE SOBRE EL USO DE LAS MATEMÁTICAS EN ECONOMÍA	12
I. PRINCIPALES AUTORES QUE NO ACEPTARON EL USO DE LAS MATEMÁTICAS EN ECONOMÍA.....	13
II. DISCÍPULOS Y SEGUIDORES DE CARL MENGER	14
CAPÍTULO V: APORTACIONES MATEMÁTICAS A LA TEORÍA ECONÓMICA	15
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES	17
BIBLIOGRAFÍA	20
ANEXOS	22

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

I. Motivación del trabajo

En la década de 1870, al inicio del marginalismo, se produjo un cambio importante en las ciencias económicas que podría marcar un punto de partida en la forma de trabajarlas.

Durante mucho tiempo, las ciencias económicas fueron una ciencia aislada que no se servía de otras ciencias para realizar sus estudios, pues, en muchas ocasiones, se centraba en el estudio de cosas subjetivas. Teniendo en cuenta los conocimientos de la época, no se creía poder basar, esa subjetividad, simplemente en números o fórmulas estáticas, como era el caso de otras ciencias.

Durante esta época, una gran cantidad de autores económicos se interesaron por la ayuda que las ciencias matemáticas podrían proporcionar a los estudios económicos. Despertando así un interés por conocer más las dimensiones de estas ciencias.

Ya anteriormente Antoine Augustin Cournot había hablado de esta “colaboración” como algo beneficioso para ambas ciencias y que podría suponer un gran avance. Pero, es en esta época cuando surge el “debate”.

Lo interesante de esta investigación, se centra en ver como algo que, en la actualidad, vemos tan “obvio”, no siempre fue así.

Incluso muchos de los autores económicos que no estaban a favor de esta “colaboración” trataron de demostrar el porqué de su contrariedad. Exponiendo clara y libremente sus pensamientos y continuando sus estudios con lo que, hasta el momento, conocían sobre las ciencias económicas.

En el presente trabajo, se quieren exponer los diferentes puntos de vista y dar el nombre de algunos de los economistas que se posicionaron a favor y en contra de la utilización de herramientas matemáticas para completar los estudios económicos.

También se expondrán algunos de los avances y beneficios que la aplicación de las ciencias matemáticas supusieron a los estudios económicos. Además, se hará referencia a las limitaciones que, al mismo tiempo, estas ciencias suponen. Resaltando que, tanto los economistas que estaban a favor como los que estaban en contra, tenían su parte de razón.

CAPÍTULO II: CONTEXTUALIZACIÓN

I. Contexto histórico

Se podría decir que es **Antoine Augustin Cournot (1801-1877)** quien da inicio a la economía matemática en una primera etapa marginalista, 1838, con sus investigaciones sobre los Principios Matemáticos de la *Teoría de las Riquezas*.

Comenzó con la aplicación de algunas herramientas matemáticas en sus estudios económicos, concretamente el cálculo infinitesimal. Más tarde, coincidiendo con la segunda posguerra, se pasó a utilizar otro tipo de herramientas matemáticas, *teorías de los conjuntos y modelos lineales*, esto se ve claramente reflejado en la *Teoría del Valor* de Gérard Debreu (1921-2004) en 1959, y también en otros autores como Wassily Leontief (1906-1999) en 1941, con su *modelo input-output*; George Dantzig (1914-2005) en 1949 y Leonid Kantorovich (1912-1986) en 1942 con sus *modelos de programación lineal*; Tjalling Charles Koopmans (1910-1985) en 1951, con el *análisis de la actividad*.

Pero, el verdadero logro en esta época fue la demostración de la consistencia del *modelo de equilibrio general* realizada por Kenneth Joseph Arrow (1921-2017) y Gérard Debreu en 1954.

Hoy en día se ha avanzado mucho con estas introducciones matemáticas en la economía. En la mayoría de estudios económicos actuales, se pueden apreciar algunas de las herramientas matemáticas nombradas anteriormente. (Mantel, 1984)

II. Teoría Económica en términos matemáticos

Para comenzar este trabajo, se debería hablar de la matematización de la Economía como punto de partida de un debate en el que no todos los economistas son devotos.

A pesar de que con anterioridad ya se produjeron algunos intentos de matematizar la Economía. En este trabajo, se tomará como punto de partida, la revolución marginalista de los años 1870-1880, destacando a Antonie Augustin Cournot por introducir las matemáticas en la economía de una forma rigurosa, coherente y correcta.

El motivo por el cual las matematizaciones previas no tuvieron éxito puede deberse a su baja contribución a la productividad.

El intento de **Daniel Bernouilli (1700-1782)** por formular de forma matemática la *Ley de Utilidad Marginal decreciente* para solucionar el problema de San Petersburgo no ofreció una teoría matematizable de la demanda, lo explicaba mediante fenómenos biológicos, lo que conllevó a que la revolución marginalista, no se consiguiera matematizar hasta que Cournot realizó Investigaciones sobre los *Principios Matemáticos*, 1838. (Cournot, 2000)

Fue **Marie-Esprit Léon Walras (1834-1910)** quién observó que la curva de Cournot tenía la misma forma que la curva de la *Ley de Utilidad Marginal Decreciente*, aportando así una fórmula matemática:

$$\frac{UX}{UY} = \frac{Px}{Py}$$

El móvil que llevó a Cournot a aceptar matematizar la Economía consistió en el descubrimiento de un nuevo modelo estructural que promovía la aplicación de las matemáticas en la Economía.

“Se puede construir una Economía matemática si las relaciones económicas expresadas no son relaciones numéricas sino funcionales que tienen ciertas propiedades” (Frank, 2005)

Si se quisiera encontrar una explicación precisa de lo que supone la matematización de la Economía, lo correcto sería acudir a las obras propuestas por Léon Walras que lo especifica con gran exactitud y coherencia, al igual que Cournot, quien, como se ha nombrado anteriormente, introdujo las matemáticas de forma rigurosa, coherente y correcta.

Por lo expuesto anteriormente, se puede asumir que Walras fue, junto a Cournot un autor clave en encontrar la forma de introducir las matemáticas en la Teoría económica, a pesar de la contrariedad de otros autores como Alfred Marshall (1842-1924), matemático y economista, el cual encontraba muchas limitaciones en la idea de utilizar las matemáticas en los modelos económicos.

Las conclusiones más destacables de Walras se centran en que, para él, “Las matemáticas son condición necesaria y suficiente para afirmar a la Economía como ciencia pura” (Muñoz & Bollo, 1986)

III. Teoría del equilibrio económico general (resumen temporal)

Muy en resumen, se va a hacer referencia a la *Teoría del equilibrio económico general*.
(*Ilustración 1: Teoría del equilibrio económico general.*)

La primera vez que se habló de esta teoría fue en el *Tableau Economique de Quesnay*
(*Ilustración 2: Tableau Economique de Quesnay*), antecesor de Cournot.

Continúo, con el estudio de esta teoría, León Walras, quien disponía de amplios conceptos y conocimientos matemáticos. A través de sus investigaciones desarrolló el *concepto fundamental de la interrelación de los mercados*. Posteriormente, fue Vilfredo Pareto (1848-1923) quien continuó y expuso tal concepto.

En 1941, influido por León Walras, Shizuo Kakutani (1911-2004), investigó y demostró el *Teorema de punto fijo*.

Completaron este estudio otros economistas como John Forbes Nash (1928-2015) en 1950 y otros economistas franceses como Gérard Debreu y Kenneth Joseph Arrow los cuales demostraron la existencia de *equilibrio competitivo* en el modelo de Walras en torno a 1954.

Otros economistas, científicos y matemáticos como Wassily Leontief, Ernst Kretschmer (1888-1964), Hirofumi Uzawa (1928-2014), entre otros, intentaron simplificar el estudio del equilibrio general teniendo en cuenta distintos tipos de interrelaciones de los agentes económicos. Pero todos estos modelos tenían una solución única.

Se pretendía hallar métodos de solución generales. Lo que nos traslada a la época de 1970, donde autores como Hugo Freund Sonnenschein (1940-2021) en 1973, Rolf Ricardo Mantel (1934-1999) en 1974 y Gerard Debreu, también en 1974, permitieron demostrar que el problema matemático de Kakutani y el económico de Walras eran equivalentes. Esto quiere decir que es imposible hallar una solución de equilibrio por métodos que no den solución, al mismo tiempo, al teorema de Kakutani. (Mantel, 1984).

CAPÍTULO III: ASENTAMIENTO DE LAS MATEMÁTICAS EN LA ECONOMÍA

Como se ha planteado anteriormente, Cournot realizó el primer tratado que planteaba sistemáticamente los métodos matemáticos dentro de la Economía política.

El trabajo de Cournot no fue sencillo, lo que pudo haberle llevado a abandonar, pues, sus métodos de soluciones de ecuaciones simultáneas y fórmulas funcionales, resultaban complejas, extrañas y demasiado intrínsecas para los economistas contemporáneos y sus nociones de Economía política.

Sus teorías tuvieron que esperar, sin embargo, importantes economistas como Marshall, quien encontró en Cournot a un maestro; Jevons a quien sus análisis le parecieron maravillosos, convirtiéndose en el primero en reconocer la importancia del método matemático en la teoría económica; Walras, el cual continuó con sus teorías, apoyaron, aprendieron e investigaron con sus conocimientos.

I. Principales autores que aceptaron el uso de las matemáticas en Economía

Para **William Stanley Jevons (1835-1882)**, el hecho de que la Economía trate con cantidades, demuestra que, la ciencia en la que debe basarse son las matemáticas, pues así, se contaría con variaciones continuas, afirmando que, no existiría una teoría realmente económica sin apoyo de las matemáticas. (Muñoz & Bollo, 1986)

Alfred Marshall, o el matrimonio Marshall, puesto que su esposa **Mary Paley**,¹ tiene un peso importante en todos sus estudios, ya que escribían juntos, defendían que las matemáticas apoyan la constitución de un lenguaje exacto que mejora la comprensión, al expresar con mayor claridad y exactitud algunas relaciones y procesos con racionamiento económico. (Chappe & Monsalve, 2010)

¹ Mary Paley Marshall (1850-1944) fue una de las cinco estudiantes de la primera promoción de graduadas femeninas en la Universidad de Cambridge. Su figura siempre estuvo asociada con la de su marido Alfred Marshall. Fue parte importante de las investigaciones y descubrimientos económicos de Marshall.

Defendió la integración de la mujer en el trabajo, la educación y la vida cotidiana, enfrentándose, incluso, a su propio marido (Méndez Ibisate, 2007, pp.150-170)

No obstante, según Marshall, existen 6 recomendaciones para la utilización de las matemáticas:

- “1. Utilice las matemáticas como un lenguaje de simplificación y no como una máquina para resolver preguntas.
2. Manténgase cerca de ellas hasta que haya terminado.
3. Traduzca al inglés.
4. Luego ilustre con ejemplos lo que sea importante en la vida real.
5. Queme las matemáticas.
6. Si no tiene éxito en 4, queme 3. Esto último me ha tocado hacerlo muy a menudo.” (Coase, 1975)

Francis Ysidro Edgeworth (1845-1926), recibió influencia de aquellos economistas, de su época, que trataban las matemáticas en sus teorías económicas. Fue quien utilizó por primera vez los multiplicadores de Lagrange para darle un significado matemático a la “mayor cantidad de felicidad”.

León Walras (1834-1910) consideraba que el lenguaje empleado al hablar de hechos cuantitativos, debe constituirse por términos matemáticos, convirtiendo a la Economía en una ciencia matemática. (Chappe & Monsalve, 2010)

Fue el primero que expuso un “modelo base” que posibilitaba el entendimiento del problema del tránsito de una Economía agrícola a una capitalista.

El problema de equilibrio general de mercado que él planteó de forma matemática, consiguió dar un pasó y “preparar el terreno” para la formalización de la Economía como una Economía matemática (Chappe & Monsalve, 2010)

A Walras le sustituirán otros economistas, como Federico Pareto (1848-1923), quien fue su discípulo y se influenció con sus conocimientos, de algunos de estos autores hablaremos en el siguiente apartado.

CAPÍTULO IV: DEBATE SOBRE EL USO DE LAS MATEMÁTICAS EN ECONOMÍA

En 1870, con el inicio del marginalismo, se despertó un gran interés por matematizar la economía.

Este hecho, pudiera ser debido a la influencia de los trabajos de Cournot.

Algunos autores, como los que se nombran en el siguiente párrafo, no declinaban en su totalidad el uso matemático, sino que, más bien, lo limitaban sin darle una mayor relevancia. Sirviéndose de esta ciencia y sus herramientas solamente para que sus estudios tuvieran una mayor homogeneidad y facilitar su expresión.

Partimos de la Revolución marginalista, haciendo referencia a la *Teoría del valor* basada en la *Ley de Utilidad Marginal Decreciente* (González, 2007) en las décadas de 1870 a 1890.

Esta teoría fue confeccionada, de forma simultánea e independiente, por 3 autores, **Carl Menger (1840-1921)**, perteneciente a la Escuela Austriaca, **León Walras**, perteneciente a la Escuela de Lausana y **William Stanley Jevons**, Economista Británico.

En 1870, León Walras, William Stanley Jevons y Carl Menger, comenzaron a estudiar de forma independiente la *Teoría de la utilidad marginal*.

Lo importante de esta cuestión fueron sus métodos. Mientras que, León Walras y William Stanley Jevons, no tuvieron en cuenta el carácter subjetivo en la Teoría y encontraron en las ciencias matemáticas un perfecto aliado para contrastarla. Carl Menger, no vio conveniente el uso de estas ciencias en sus estudios y creó la escuela neoclásica austriaca en Viena.

La **escuela neoclásica austriaca** se caracterizó por su esencia neoclásica y libertad económica. Lo destacable del “análisis austriaco” es el estudio exhaustivo de las implicaciones de la acción humana.

Afirmaban que, “Tal cosa se realiza porque la esencia de “lo” económico, está en la “esencia” de la acción humana” (Zanotti, 2004)

I. Principales autores que no aceptaron el uso de las matemáticas en Economía

Como se ha nombrado en el apartado anterior, dentro de este apartado se podría mencionar a **Carl Menger**.

No se trata de que Menger estuviera totalmente en contra del uso matemático en las ciencias económicas, pero, no le pareció una buena idea basar sus estudios económicos por completo en herramientas matemáticas, pues estas, no podían calcular conceptos subjetivos importantes para sus trabajos.

Para Menger, el precio de un bien dependía del momento y del lugar en el que se encontraba, lo único que realmente se podría fijar, serían las fronteras entre las que el precio se determina a través de una negociación. (González, 2007)

Menger rehuyó del término “utilidad”, prefiriendo utilizar el término de “importancia de la satisfacción”, pues, según él, la utilidad representaba la posibilidad de un bien para satisfacer necesidades humanas. Relacionando el valor que tiene un bien, con la importancia que le da el individuo a la necesidad que este satisface, aportando a esa satisfacción un carácter subjetivo.

El rechazo del análisis del equilibrio, aclara su postura en contra de la total utilización de las matemáticas, las cuales provocaron que el supuesto de continuidad de Jevons y Walras no se ajustara a la realidad.

Según Menger la Economía Política se divide en tres ramas: la Teoría Económica, las Ciencias Históricas, como la Estadística o la Historia Económica, y las Ciencias Prácticas, como la Ciencia de la Hacienda o la Política Económica (Oller, 1973, p. 68)

Otros autores, como **José Luis Oller (1946)**, afirmaban que existen una serie de “fenómenos”, indivisibles de la actividad económica, constituidos por la necesidad, escasez y capacidad de satisfacción de las necesidades de los seres humanos. Aparte de otros factores como el precio, el cambio, el mercado... que tienen diferente grado de complejidad dependiendo del tipo de Economía. Viendo a las matemáticas simplemente como un instrumento que contrasta las investigaciones teóricas.

Por otra parte, para otros economistas, las matemáticas servían como ciencia auxiliar cuya única utilidad sería la de facilitar una representación gráfica del análisis. Jugando un papel secundario.

También hay otros para los que las matemáticas son epistemológicamente incapaces de descubrir las esencias. (González, 2007)

II. Discípulos y seguidores de Carl Menger

Por otro lado, se pueden nombrar en este apartado, a los discípulos y seguidores de Menger, quienes, además de seguir sus teorías, las completaron. Entre estos autores se encuentran **Böhm-Bawerk (1851-1914)**, el cual afirmó que nunca estaría de acuerdo en ver a la Economía Política como una ciencia principalmente matemática. Para él, el lenguaje matemático resultaba difícil y problemático. Su razonamiento principal para este rechazo, lo justificó con fines didácticos, sin sostenerlo con ningún tipo de argumento metodológico. A pesar de esto, admitió que, en algunas ocasiones, el uso de matemáticas en Economía facilitaba los procesos. Con el tiempo, se volvió más flexible con las teorías de los economistas matemáticos.

Otro de sus discípulos, **Friedrich von Wieser (1851-1926)**, quien destaca por realizar muchas investigaciones para completar las teorías de Menger, afirmaba que las matemáticas no eran de ayuda para los estudiantes de Economía. Consideraba que, las matemáticas, podían tratarse en las teorías que consideraban a la Economía como una ciencia estática, ya que, permitían el uso de hipótesis abstractas e idealistas, que proporcionaban una mayor agilidad y facilitaban muchos procesos, pero, en el caso de tener un punto de vista más dinámico, era necesario dejar de lado las matemáticas para llegar a estudios abstractos.

Como se ha comentado, el uso de matemáticas, simplificaba el trabajo al presuponer muchos de los datos para deducir una situación de equilibrio perfecto, algo opuesto a lo que decía la experiencia, ya que, el enfoque estático, desatendía, las diversidades que se presentan en cada situación, lo que impedía resolver otros problemas importantes que también necesitaban el apoyo de una explicación teórica.

Para concluir con este apartado, se debe destacar que, los autores nombrados en él, no estaban totalmente en contra de la utilización matemática en los análisis económicos, lo que les contrariaba era la forma de utilizarlas y la clase de matemáticas utilizadas en los análisis. Criticaban el modo de aplicarlas y la rigidez impuesta por su aplicación. Las matemáticas generan ciertas restricciones y hay que tener en cuenta que la Economía debe basarse en la explicación de la realidad, una realidad variante y abstracta.

CAPÍTULO V: APORTACIONES MATEMÁTICAS A LA TEORÍA ECONÓMICA

La primera aparición de análisis matemáticos en Economía, vinieron de la mano de Cournot en 1838 con su obra *Recherches sur les principes mathématiques de la théorie des richesses*. En ella, Cournot utilizó el lenguaje matemático para representar de forma gráfica la teoría económica, su intención al matematizar la Economía, no fue otra que la de encontrar relaciones entre magnitudes difíciles de evaluar de forma simplemente numérica.

Como se ha explicado anteriormente, hubo mucha controversia entre los autores que apoyaban la idea de matematizar la Economía y los que no. En el momento en el que los problemas que se trataban, empezaron a ganar complejidad, surgió la necesidad de buscar otras formas para expresar soluciones y encontraron en las matemáticas el lenguaje perfecto para los economistas teóricos.

En la actualidad, está comprobado que, las matemáticas y, sobre todo, el lenguaje matemático, son una herramienta indispensable para la teoría económica, proporcionando una provechosa ayuda que permitirá simplificar de forma clara y verídica los razonamientos y sacar conclusiones a través de modelos próximos a la realidad.

El razonamiento matemático permite a la Economía evolucionar como ciencia, aportándole una lógica indispensable, mayor eficacia y sobriedad. El razonamiento expresado a partir del método matemático, obliga a los economistas a investigar hipótesis completas que no presenten ningún tipo de contradicción.

Si bien es cierto que se ha comprobado la importancia de las matemáticas aplicadas en Economía, tiene que quedar claro que, estas, solo deben de servir de apoyo a las investigaciones económicas, pero, tienen que estar controladas y ser comprobadas.

Los primeros instrumentos matemáticos que se usaron en Economía fueron el ejemplo numérico y el diagrama, sobre todo para realizar representaciones gráficas. A estos se les sumó el cálculo diferencial, convirtiéndose en una de las herramientas más útiles para los economistas, ya que les permite trabajar con tasas de variación. También encontraron utilidad en el cálculo integral, el cual presenta una cómoda aplicación a los problemas económicos. Para estimar las relaciones e interrelaciones en el equilibrio, se sirvieron del álgebra. A la hora de optimizar el comportamiento, es fundamental la programación lineal

a partir de una serie de restricciones. En el caso del análisis de la interdependencia entre factores y productos es fundamental el análisis input-output² que se realiza también a través del lenguaje matemático.

Es interesante especificar la aportación de **Ragnar Frisch (1895-1973)**, para el cual,

“Las matemáticas, hasta la forma más refinada de matemáticas, son una herramienta necesaria, pero no más que una herramienta. Ninguna clase de tecnicismo matemático, por muy refinado que sea, podrá jamás reemplazar la intuición, esa función inexplicable que tiene su lugar en el cerebro de un gran intelecto que, al mismo tiempo, entiende matemáticas y teoría económica en un sentido más ortodoxo y que ha vivido suficiente tiempo (o mejor dicho con intensidad suficiente) como para acumular experiencia humana y sentido de los hechos” (Sánchez, 2000)

En resumen, la economía evoluciona hacia estudios cada vez más complejos, para poder analizarlos y resolverlos es fundamental el empleo de otras ciencias, las matemáticas han proporcionado a la economía la ayuda esencial para completar sus trabajos.

Ese aumento de complejidad, ha provocado la imposibilidad de la economía, de prescindir, cada vez más, de herramientas matemáticas, a su vez, estas herramientas, o más bien, las ciencias matemáticas, han ido avanzando para poder complementar de forma más precisa los estudios económicos. En la actualidad las ciencias matemáticas son muy diferentes y mucho más completas que las que se utilizaban al inicio de la introducción de estas ciencias en economía.

Todos estos cambios pueden estar directamente relacionados con la evolución histórica y la interrelación con otras ciencias.

² El análisis input-output pertenece a Wassily Leontief (1985), economista soviético-estadounidense, cuyas investigaciones más conocidas fueron sobre el análisis del input-output y los cambios en el sector económico. Wassily Leontief, definía su análisis input output como “una adaptación de la teoría neoclásica del equilibrio general al estudio de la interdependencia cuantitativa que existe entre aquellas actividades económicas que guardan entre sí una relación recíproca” (Finanz. polit. econ. 2016)

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

La Economía es una ciencia que se ve afectada por diversos factores subjetivos, esta subjetividad provoca ciertas dificultades en su estudio y análisis, como podrían ser, la complejidad y la incesante actividad de la realidad, lo que provocan que se encuentre en continuo cambio.

Por otro lado, el comportamiento humano, factor importante para el estudio de las ciencias económicas, es heterogéneo, por lo que supone un complejo análisis.

Para poderse aproximar a unos resultados estables, se tiende a considerar una realidad ficticia que limita en gran medida el análisis económico.

Las matemáticas son ciencias formales que buscan la homogeneidad de los objetos, sin embargo, la Economía no puede evitar la heterogeneidad, se centra en el comportamiento e interrelación humano, por ello, se considera una ciencia empírica social.

La Economía varía a medida que varía la naturaleza humana, para su investigación e interpretación, es imprescindible una visión global, dejando de lado una interpretación de la sociedad meramente económica.

Se considera fundamental relacionar a la Economía con diversas doctrinas encargadas del estudio de otras vertientes del comportamiento humano, ya que estas influyen en la sociedad y a su vez completan la Economía. Por lo tanto, a la hora de realizar un análisis económico es necesario analizar también otras ciencias.

Es por ello, que los economistas acudieron a las Matemáticas para aprovecharse de sus técnicas e instrumentos, lo que llevó a la llamada “*Revolución formalista*” las décadas posteriores a la finalización de la Segunda Guerra Mundial.

La utilización de las matemáticas en las ciencias económicas generó un cambio hacia una perspectiva más formal, la Economía Matemática. Para algunos autores como Cournot,

“el uso de las matemáticas se debe a una mayor precisión y a una mejor comprensión que la que ofrece la exposición literaria, sin qué, al menos en principio, se diferencien sustancialmente, tal como sostuvo en sus «Principios» (1863).” (Simón, 1992)

Las matemáticas ofrecen a la Economía una lógica verídico-funcional con la que antes no contaba, posibilitando a esta, disponer de un lenguaje común y preciso que le permita obtener una categoría científica para contar con contrastación empírica.

Para llegar a la formalización de la Economía a través de la aplicación de las ciencias matemáticas, se necesitan seguir ciertas pautas, en primera instancia, será necesario elaborar unos conocimientos, después, ver como estos se adaptan a la realidad y por último si concuerdan y aclaran las opciones ideológicas proporcionando modelos generales.

A pesar de tratarse de un proceso complejo que, en muchas ocasiones, se encuentra constantes problemas a la hora de integrar la teoría en la práctica, también supone muchas ventajas.

Entre esas ventajas, se podría destacar que, gracias a las ciencias matemáticas, la Economía cuenta con un lenguaje propio, que le permite presentarse como una ciencia concisa y más exacta, evitando posibles dudas y aclarando los supuestos. También, permite análisis futuros aproximados, los cuales, sin aportaciones matemáticas, no serían posibles. Por otro lado, proporciona la posibilidad de realizar contrastes, asimismo, aporta distribuciones relativas dotando a los parámetros con determinados valores numéricos que permiten estimar los modelos y aproximarse a la realidad para tomar decisiones partiendo de dicha información.

Pero, estas ventajas, van acompañadas de grandes limitaciones. No se debería abusar de las ciencias matemáticas en el ámbito de la Economía, pues, no hay que olvidarse de que, la Economía, es una ciencia social y no se puede limitar el comportamiento humano. Por consiguiente, el abuso de las ciencias matemáticas, puede dejar de lado otras ciencias importantes para el estudio económico como podrían ser la Psicología, el Derecho, la Sociología... Lo que da lugar a unos resultados económicos incompletos. El permanente uso matemático en la construcción de modelos económicos, tiene como resultado falsos modelos simplificados que no se aproximan a la realidad, dañando las investigaciones económicas. (Simón, 1992)

En la actualidad, el conflicto provocado por los diferentes pensamientos a cerca de la utilización matemática en Economía, ha llevado a una división de posturas entre los economistas, los que optan por pensar que la Economía sigue siendo una ciencia del comportamiento humano que se sirve de las matemáticas para completar sus análisis, y,

por otro lado, aquellos que ven a la Economía matemática como una rama de las matemáticas aplicadas.

Algunos de los autores económicos que rechazaron las matemáticas, principalmente austriacos seguidores de Menger, justificaron su rechazo con las limitaciones que estas provocaban a la hora de explicarlas con todas sus complejidades y total realismo. Al tratarse de una ciencia con orientación empírico-realista, pues necesita entendimiento y sentido común, necesita de la interpretación humana y explicar los hallazgos económicos lo más real posible, con toda la complejidad que esto conlleva. A pesar de ello, muchos acabaron aceptándolas como herramienta subsidiaria o a la hora de exponer los resultados, pero no sin aclarar, que, probablemente, el problema no son las matemáticas, sino que, estas, no están lo suficientemente desarrolladas como para explicar la complejidad de la Economía tal y como querían los austriacos.

En términos generales, se pueden resumir los conceptos planteados anteriormente con las siguientes afirmaciones:

- La matematización de la Economía impide descubrir las causas implicadas en los fenómenos económicos.
- Se compone teniendo en cuenta una situación de homogeneidad y continuidad inviable en el comportamiento humano.
- Sostiene la idea, irreal, de que, el lenguaje matemático es más preciso que el lenguaje verbal.
- Viola el principio científico fundamental de la navaja de Ockham.³

Como se ha podido ver con lo expuesto en este trabajo, se puede concluir con que, la presencia de las ciencias matemáticas en los procesos económicos se vuelve cada vez más imprescindible a la hora de describir relaciones económicas con cierto grado de complejidad y formular posibles relaciones de comportamiento. Es por ello, que a día de hoy, se puede afirmar la importancia y relevancia de las ciencias matemáticas en las ciencias económicas.

³ El principio científico fundamental de la navaja de Ockham o ley de la parsimonia, es un principio filosófico-lógico argumentado por el fraile franciscano y filósofo franciscano del siglo XIV, Guillermo de Ockham el cual establece que, ante varias explicaciones en igualdad de condiciones, la explicación más sencilla suele ser la correcta.

BIBLIOGRAFÍA

- Avila Del Palacio, Alfonso. *Estructura matemática de la Teoría Keynesiana*. Fondo De Cultura Economica, México, 2000.
- Chappe, A., Monsalve, S. «¿Necesita la economía de unas matemáticas propias distintas a las de la física? » *Lecturas Matemáticas*, nº31(2010):5-28.
- Concepción, N. G. *Matemáticas como recurso para economía*. Santa Cruz de Tenerife: Universidad de La Laguna, 2009.
- De Blas & Elena Gallego Abaroa, L. P. *Mujeres economistas*. Editorial del Economistas, 2007.
- Frank, R. *Microeconomía y conducta*. McGraw-Hill Companies, 2005.
- Fahd Boundi Chraki. *Análisis input-output de encadenamientos productivos y sectores clave en la economía mexicana*. Universidad Complutense, Departamento de Economía Aplicada I. Madrid: Fahd Boundi Chraki, 2015.
- Giorgio, Israel. *El Declive de la Mathématique sociale y los inicios de la economía matemática en el contexto de los Avatares*. Università degli Studi di Roma “La Sapienza”, 1991.
- González, María Blanco. «El rechazo de Carl Menger a la economía matemática» *Revista Europea de Economía Política*, IV(nº1), 81(2007).
- González, María Blanco. «El rechazo de Carl Menger a la economía matemática» *Revista Europea de Economía Política*, IV(nº1), 87(2007).
- González, María Blanco. «El rechazo de Carl Menger a la economía matemática» *Revista Europea de Economía Política*, IV(nº1), 86(2007).
- James, Émile. *Historia del pensamiento económico*. Aguilar, S.A., Madrid, 1969.
- Keynes, J. M. «Alfred Marshall, 1842-1924.» *The Economic Journal* , nº 34 (1924): 311–372.
- Mantel, R. R. «Economía Matemática, su evolución histórica y estado actual.» *Económica*, nº 30 (1984): 203–215.
- Muñoz, C. C. & Bollo, E. F. *Orígenes y problemas teóricos de la matematización de la economía en el siglo XIX*. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, 1986.
- Sánchez, Á. C. «Aportaciones de la matemática a la metodología económica.» *Psicothema*, nº12 (2000): 103–107.

Simón, J. L. M. «El uso (y el abuso) de las matemáticas en la Economía.» *Cuadernos de estudios empresariales*, nº 2 (1992): 115-130

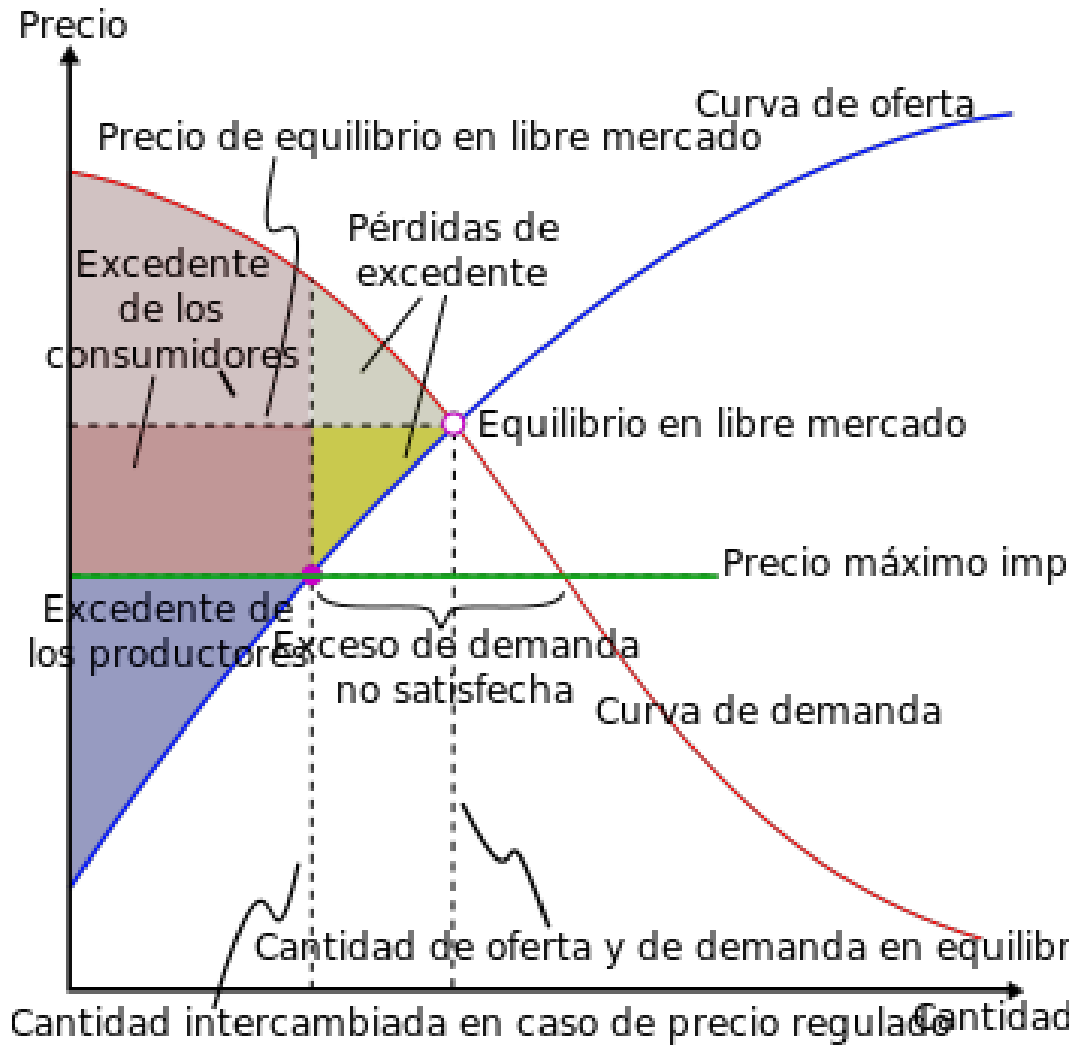
Spiegel, Henry W. *El desarrollo del pensamiento económico*. Ediciones Omega, S.A, Barcelona, 1987.

United States Congress Senate, & Cournot, A. A. *Recherches sur Les principes mathematiques de la theorie Des richesses*, 2013

Zanotti, G. J. *Introducción a la Escuela Austriaca de Economía*. Centro de Estudios sobre la Libertad, 2004.

ANEXOS

Ilustración 1: Teoría del equilibrio económico general.



Illustración 2: Tableau Economique de Quesnay

Tableau Économique

Objets à considérer, 1°. Trois sortes de dépenses; 2°. leur source; 3°. leurs avances; 4°. leur distribution; 5°. leurs effets; 6°. leur reproduction; 7°. leurs rapports entr'elles; 8°. leurs rapports avec la population; 9°. avec l'Agriculture; 10°. avec l'industrie; 11°. avec le commerce; 12°. avec la masse des richesses d'une Nation.

DÉPENSES PRODUCTIVES relatives à l'Agriculture, &c.	DÉPENSES DU REVENU, l'impôt prélevé, se partage aux Dépenses productives et aux Dépenses stériles.	DÉPENSES STÉRILES relatives à l'industrie, &c.
Avances annuelles pour produire un revenu de 600 ^{ll} sont 600 ^{ll}	Revenu annuel de 600 ^{ll}	Avances annuelles pour les Ouvrages des Dépenses stériles, sont 300 ^{ll}
600 ^{ll} produisent net.....	600 ^{ll}	300 ^{ll}
Productions		Ouvrages, &c.
300 ^{ll} reproduisent net.....	300 ^{ll}	300 ^{ll}
150 ^{ll} reproduisent net.....	150 ^{ll}	150 ^{ll}
75 ^{ll} reproduisent net.....	75 ^{ll}	75 ^{ll}
37. 10 ^{ll} reproduisent net.....	37. 10 ^{ll}	37. 10 ^{ll}
18. 15 ^{ll} reproduisent net.....	18. 15 ^{ll}	18. 15 ^{ll}
9...7...6 ^{ll} reproduisent net.....	9...7...6 ^{ll}	9...7...6 ^{ll}
4. 13...9 ^{ll} reproduisent net.....	4. 13...9 ^{ll}	4. 13...9 ^{ll}
2...6. 10 ^{ll} reproduisent net.....	2...6. 10 ^{ll}	2...6. 10 ^{ll}
1...3...5 ^{ll} reproduisent net.....	1...3...5 ^{ll}	1...3...5 ^{ll}
0. 11...8 ^{ll} reproduisent net.....	0. 11...8 ^{ll}	0. 11...8 ^{ll}
0...5. 10 ^{ll} reproduisent net.....	0...5. 10 ^{ll}	0...5. 10 ^{ll}
0...2. 11 ^{ll} reproduisent net.....	0...2. 11 ^{ll}	0...2. 11 ^{ll}
0...1...5 ^{ll} reproduisent net.....	0...1...5 ^{ll}	0...1...5 ^{ll}
Etc.		

REPRODUIT TOTAL..... 600 ll de revenu; de plus, les frais annuels de 600 ll et les intérêts des avances primitives du Laboureur, de 300 ll. que la terre restitue. Ainsi la reproduction est de 1500 ll compris le revenu de 600 ll qui est la base du calcul, abstraction faite de l'impôt prélevé, et des avances qu'exige sa reproduction annuelle, &c. Voyez l'Explication à la page suivante.