

Análisis Socioepistemológico de los Procesos de Matematización de la Predicción en la Economía

Saúl Ezequiel Ramos

Cimate Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Ciencias Sociales
México

saulramcan@hotmail.com

Socioepistemología – Nivel Superior

Resumen

En esta investigación se analizó los objetivos de una Licenciatura en Economía y el papel que tienen las matemáticas en la curricula de ésta. Estos planes y programas de estudio afirman que las matemáticas son una herramienta para resolver problemas diversos de la teoría económica, sin embargo, el discurso matemático de los libros de economía y cálculo no cumplen con dicho objetivo. Por lo anterior nos preguntamos ¿Cómo el cálculo infinitesimal originado en la practica social de predecir se incorpora a otras prácticas sociales asociadas a la economía?, por lo que tratamos de determinar que la matemática que utiliza la Ciencia Económica en especial el cálculo infinitesimal está ligado a la predicción y a los procesos de variación y cambio.

Presentación

El objetivo de la Licenciatura en Economía de la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad Autónoma de Chiapas es el formar un profesional con conocimientos teóricos, que sea capaz de entender e interpretar la realidad económica mundial y del país. Para lograr lo anterior se implemento el área de instrumentales, esta área debe proporcionar el instrumental matemático y su relación con la economía, afirmando que una vez que el alumno conozca la herramienta y su uso, podrá resolver problemas diversos de la teoría económica. Incluir las matemáticas en la Ciencia Económica, se debe a que éstas deben dar soporte a la modelación, explicar fenómenos económicos y a la vez dar un sustento sólido y cuantitativo para que a través de ésta pueda analizar e integrar las diferentes variables necesarias para poder predecir un fenómeno económico. Para la construcción de modelos, la ciencia económica utiliza como herramienta una extensa gama de conceptos matemáticos. En la búsqueda de entender cuales fueron las causas que posibilitaron la incorporación de los saberes matemáticos en la economía y justificar su pertinencia en la curricula escolar, se ha encontrado que el cálculo infinitesimal tiene un papel muy importante en el proceso de la matematización de la Ciencia Económica desde sus orígenes hasta la actualidad y a la vez ha sido un tema de mucho interés para las investigaciones recientes acerca del papel que éste juega en los cursos que se imparten en las diferentes universidades del país y del mundo, y sobretodo el papel tan importante que desempeña en la predicción.

El cálculo que tiene como origen la ciencias que estudian la naturaleza, en especial las ciencias físicas, y que surge del contexto a una forma peculiar de la naturaleza, aunada a nuevos paradigmas del saber, que posibilitaron el surgimiento del cálculo. Esto se refiere al paradigma newtoniano, el cuál básicamente consistió en considerar a los problemas de la dinámica en particular y de la variación de las magnitudes variables en general, de la siguiente manera: ciertos valores de los parámetros de un sistema en un momento y lugar dados, determinan la evolución ulterior del sistema. De ahí que el objetivo de la mecánica desde entonces sea

predecir dicha evolución sin plantearse preguntas sobre la “causas reales” o “causas inherentes” del movimiento (Cantoral, 2001; Muñoz, 2000; Piaget y García, 1994).

“La búsqueda de la predicción de la evolución de los fenómenos de flujo continuo en la naturaleza condujo, según Cantoral a desentrañar los mecanismos que permitieron el pasaje de la predicción, noción propia de las ciencias físicas, a lo analítico, noción propia de la matemática. En términos generales dichos mecanismos son los siguientes: (a) Antes que nada reconocer que los fenómenos bajo estudio herencia, en tanto que son las condiciones iniciales las que determinan su evolución ulterior. (b) De todas las variables relacionadas con el fenómeno, considerar como tales a unas cuantas y como constantes al resto de ellas. (c) Considerar como constantes a algunas de las sucesivas variaciones de las variables. (d) Construcción del instrumento predictor y su representación en el contexto matemático: la serie de Taylor” (Alanís, 1996, p. 22).

Por todo lo descrito anteriormente podemos decir que la Ciencia Economía tiene como principales objetivos la interpretación y la predicción de fenómenos económicos, al igual que las Ciencias Físicas que analizan y predicen los diferentes tipos de fenómenos que se presentan en la naturaleza, ésta última utiliza el cálculo infinitesimal como herramienta de predicción.

Teniendo como referencia que el cálculo infinitesimal que se utiliza como herramienta de predicción en las Ciencias Físicas, y que éste juega un papel muy importante en el proceso de matematización de la Ciencia Económica desde sus orígenes hasta la actualidad, nuestra pregunta investigación es:

- ¿Cómo el cálculo infinitesimal originado en la práctica social de predecir se incorpora a otras prácticas sociales asociadas a la economía?

La pregunta anterior se estudiará a través de una aproximación socioepistemológica, ya que ésta brinda una aproximación teórica cuya tesis primordialmente plantea dar cuenta del conocimiento a través de las prácticas sociales de los grupos humanos que lo posibilitaron, y la transformación de estas prácticas cuando existe una intencionalidad para que el saber matemático ingrese al sistema didáctico. Para ello, se convino considerar los siguientes aspectos: a) Naturaleza de la problemática; señalando, que en el sistema didáctico el conocimiento matemático es eminentemente una construcción social, b) las prácticas sociales de los grupos humanos; considerando que las prácticas son todos los aspectos y formas de la actividad humana que transforma realmente los objetos y c) el desarrollo de las prácticas en el sistema didáctico; este aspecto entendemos que son las prácticas, como una respuesta a la problemática, las que tienen que ser desarrolladas en el sistema didáctico y no en sí los conceptos.

En el marco anterior y a través de esta aproximación teórica uno de los objetivos de la investigación fue:

- Determinar que la matemática que utiliza la Ciencia Económica en especial el cálculo infinitesimal está ligado a la predicción y a los procesos de variación y cambio.

Revisando se ha encontrado que desde los principios del análisis económico, los economistas han buscado métodos para explicar y exponer sus ideas. Una característica de la economía moderna es la difusión de los instrumentos matemáticos y empíricos en el núcleo de la investigación de prácticamente todos los economistas.

Esta revolución metodológica no sólo ha dotado al discurso económico de las características de rigor y generalidad, sino que la solidez teórica adquirida ha conferido a la economía el carácter de un programa de investigación progresivo.

Unos de los medios de difusión que tiene la ciencia económica en la formación de nuevos economistas son las diferentes bibliografías que existen para lograr que éstos dominen el

instrumental matemático para entender diferentes teorías que se han formulado en términos matemáticos y utilizar a ésta como una herramienta que todo economista debe de tener. Haciendo un análisis de los libros convencionales que se utilizan en los diferentes curso de cálculo y los libros que también se usan utilizan para ese fin en la Licenciatura de Economía se puede observar fácilmente que tienen la misma estructura de la enseñanza clásica del cálculo: a) Definición (concepto, demostraciones, teoremas, etc.); b) Ejemplos; c) Problemas (“aplicaciones”). Este tipo de estructura que tienen los libros actualmente para la enseñanza del cálculo y específicamente en la Licenciatura de Economía no cumplen con el propósito de dar a los estudiantes el instrumental matemático que ellos deben de tener para poder utilizarlos como las herramientas necesarias que la licenciatura exige, y mucho menos que de cuenta del conocimiento a través de las prácticas sociales de los grupos humanos que lo posibilitaron, y a través de ello cumpla con la intencionalidad por el cual se encuentra en el sistema didáctico.

Buscando las necesidades y la intencionalidad del uso del cálculo en los diferentes conceptos económicos se ha encontrado el desarrollo cronológico de la evolución de esta metodología, siguiendo como referencia a Arrow e Intriligator (1989), donde clasifica al proceso de la matematización de la economía en tres periodos:

- El período inicial de la economía matemática (período marginalista, 1838-1947), se caracteriza por tomar prestado metodologías de las ciencias físicas y utilizan las matemáticas para desarrollar una teoría fundamental basada fundamentalmente en el **cálculo infinitesimal**. En este período se formula la teoría del equilibrio general, problemas de competencia perfecta e imperfecta, de monopolios, de duopolio, la teoría del consumidor y la teoría de la producción basados en los principios de maximización.
- El período de los modelos lineales y la teoría de los conjuntos (1948-1960), durante este período cambio mucho el enfoque, no tanto de los problemas analizados, si no el tipo de herramientas matemáticas utilizadas, dentro de las cuales una de las principales aportaciones fue la teoría de juegos de estrategia y sus aplicaciones al campo económico con el tratamiento de los modelos lineales, como medio de explicación de las relaciones intersectoriales en una economía.
- El tercer período, que va de 1961 hasta la actualidad, denominado período de integración del herramental básico, el cálculo infinitesimal por un lado y la teoría de conjuntos y los modelos lineales por el otro. Esta integración hoy se encuentra muy avanzada, prácticamente ya no queda campo de la economía que no haya sido tratado en mayor o menor medida desde el punto de vista matemático. Revisando el índice del Manual de Arrow e Intriligator (1981, 1982) se observa los nombres de los capítulos como, la teoría del consumo y de la producción, estructuras de mercado, dualidad, teoría de la inversión, teoría de la demanda de mercado, existencia y estabilidad del equilibrio competitivo, economías regulares y núcleo, equilibrio temporario, equilibrio bajo incertidumbre, cálculo de precios de equilibrio, teoría de la elección social, información y el mercado, imposición óptima, óptimos secundarios, crecimiento óptimo, diseño de organizaciones, incentivos y descentralización, y planificación.

En coherencia con nuestra pregunta y objetivo de investigación revisamos de diferentes teorías elaboradas antes del periodo marginalista se analizo la teoría de la renta que se encuentra ubicada en el periodo clásico de la evolución de la ciencia económica, este periodo se caracteriza por desarrollar los principios, doctrinas y las siguientes teorías: a) Fundamentos teóricos del valor y suministros para el crecimiento económico; b) Filosofía basada en las

doctrinas de la utilidad o egoísmo; c) Principio de la población; d) Teoría de la renta, y e) Doctrina del fondo de salarios

El contexto social del periodo clásico tiene algunas características, por ejemplo, La Leyes de Granos que fueron aprobadas por el Parlamento de Inglaterra en 1815, ya que por el embargo que impuso Napoleón a los puertos británicos impidió eficazmente la entrada de los granos extranjeros. Los agricultores británicos se vieron obligados a aumentar la producción de cereal doméstico, a fin de alimentar la población. Debido a que los costes de producción eran muy altos en Inglaterra que en el extranjero, el precio del cereal aumento y las rentas de las tierras también aumentaron, hasta el punto de que los terratenientes desarrollaron unos intereses creados para continuar restringiendo las importaciones de cereales. Por lo que las Leyes de Granos se crearon con el fin de protección agrícola y sus efectos sobre la distribución de la renta y el crecimiento económico de los que suministraron el estímulo para el desarrollo de la teoría clásica de la renta por David Ricardo (1771-1823).

El efecto de las Leyes de los Granos era el de reforzar una agricultura más intensiva y extensiva en Inglaterra. Lo que Ricardo demostró era que existían rendimientos decrecientes tanto en el margen intensivo (mayor cantidad de factores aplicada a la misma tierra) como en el margen extensivo (la misma cantidad de factores aplicada a diferentes clases de tierra).

La renta es definida por David Ricardo como lo que se paga ... por el uso de las energías originarias e indestructible del suelo, no existen en el margen y aparece en las mejores tierras sólo cuando se ponen en cultivo las tierras peores, es decir la diferencia entre el producto obtenido por el empleo de dos cantidades iguales de capital y trabajo.

Con el fin de evidenciar el germen del Cálculo en la Ciencia Económica analizamos el siguiente recuadro que utilizan Ekelund y Hébert (1992, p. 158) para clarificar las ideas de Ricardo acerca de la teoría de renta podemos observar lo siguiente:

Capital y trabajo	Producto total y marginal según tipos de tierras (Ekelund y Hébert)									
	No. 1	MP ₁	No. 2	MP ₂	No. 3	MP ₃	No. 4	MP ₄	No. 5	MP ₅
0	0		0		0		0		0	
1	100	100	90	90	80	80	70	70	60	60
2	190	90	170	80	150	70	130	60	110	50
3	270	80	240	70	210	60	180	50	150	40
4	340	70	300	60	260	50	220	40	180	30
5	400	60	350	50	300	40	250	30	200	20

No.1: Producción Total de la tierra número uno.

Mp₁: Producción marginal de la tierra número uno.

Analizando el cultivo de la tierra número uno en un margen intensivo utilizando 5 unidades de capital y Trabajo (CyT), tenemos que:

Capital y Trabajo	Producción Total (Pt)	Producción Marginal (Mp)	Renta (R)
0	0		
1	Pt ₁ = 100	Mp ₁ = 100	0
2	Pt ₂ = 190	Mp ₂ = 90	10
3	Pt ₃ = 270	Mp ₃ = 80	30
4	Pt ₄ = 340	Mp ₄ = 70	60
5	Pt ₅ = 400	Mp ₅ = 60	100

Cálculo de la Producción Marginal y la Renta	
Mp por introducir una Unidad de CyT	Renta por introducir Una unidad de CyT.
Mp ₀ =	
Mp ₁ = 100 - 0 = 100	R ₁ = 0
Mp ₂ = 190 - 100 = 90	R ₂ = 100 - 90 = 10
Mp ₃ = 270 - 190 = 80	R ₃ = 100 - 80 = 20
Mp ₄ = 340 - 270 = 70	R ₄ = 100 - 70 = 30
Mp ₅ = 400 - 340 = 60	R ₅ = 100 - 40 = 40

Por lo tanto:

La Producción Total es igual a:	La Renta Total es igual a:
Pt = 100+90+80+70+60 = 400	Rt = 0+10+20+30+40 = 100

Con lo anterior, podemos observar que el Producto Marginal (Mp) del Capital y el Trabajo (CyT) es la variación del Producto Total (Pt) resultante de la adición de una nueva unidad del factor capital-trabajo a la producción, es decir:

$$Mp_1 = Pt_1; Mp_2 = Pt_2 - Pt_1; Mp_3 = Pt_3 - Pt_2; Mp_4 = Pt_4 - Pt_3 \text{ y } Mp_5 = Pt_5 - Pt_4$$

Por lo tanto la producción total para la tierra No. 1 utilizando cinco unidades de capital y trabajo es:

$$Pt_5 = Mp_1 + Mp_2 + Mp_3 + Mp_4 + Mp_5$$

Y para calcular la Pt utilizando n unidades de CyT es:

$$Pt_n = Pt_1 + Mp_2 + \dots + Mp_{n-1} + Mp_n, \text{ por lo que: } Pt_n = Pt_1 + \sum Mp_i$$

Por lo que respecta a la Renta (R), tenemos:

$$R_1 = 0; R_2 = Mp_1 - Mp_2; R_3 = Mp_1 - Mp_3; R_4 = Mp_1 - Mp_4 \text{ y } R_5 = Mp_1 - Mp_5$$

Por lo tanto la Renta total para la tierra No. 1 utilizando cinco unidades de Capital y Trabajo es:

$$Rt_5 = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5; \text{ donde } R_1 = 0$$

Y para calcular la Renta total para n unidades de Capital y Trabajo es:

$$Rt_n = R_1 + R_2 + \dots + R_{n-1} + R_n, \text{ por lo que: } Rt_n = R_1 + \sum Ri; \text{ donde } R_1 = 0.$$

Siguiendo a Cordero (2003) podemos observar con el análisis anterior, que ya estaban presentes conceptos elementales con relación a la estructura del Cálculo; *juntar y separar, sumar y restar, integrar y derivar*. También se observa que se está dando lugar a la noción de variación en sus elementos básicos, que son: los procedimientos de comparación, las nociones de acumulación y el valor acumulado (predicción).

Variación discreta:

Suma y resta

$$a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$$

$$d_0, d_1, d_2, \dots, d_{n-1}, \text{ donde } d_i = a_i - a_{i-1}$$
$$a_n = a_0 + \sum di, \quad d_i = a_i - a_{i-1} \quad \text{valor acumulado}$$
$$a_n - a_0 = \sum di, \quad d_i = a_i - a_{i-1} \quad \text{acumulación}$$

Conclusiones

- El proteccionismo agrícola y sus efectos sobre la distribución de la renta y el crecimiento económico es el contexto social que estimula el desarrollo de la teoría clásica de la renta.
- Dentro de esta teoría se comienzan utilizar conceptos como Producción Marginal del Capital y Trabajo que es la variación del producto total resultante de la adición de una nueva unidad del factor capital-trabajo a la producción y la Renta como la diferencia entre el producto de la mejor tierra y de la peor tierra de cultivo, para cantidades iguales de capital y trabajo en ambas. Se está presentando evidencias de la noción de variación; en sus elementos básicos, los cuales son: los procedimientos de comparación, las nociones de acumulación y valor acumulado(predicción).
- En el periodo clásico, en particular en el contexto de surgimiento de la teoría de la Renta, el principal interés estaba, en el crecimiento económico, o la transición de un estado progresivo a un estado estacionario, ya que en éste momento se detendría una nueva inversión (no hay acumulación adicional de capital). Fue necesario predecir cuando se presentaría el estado estacionario, por lo que la predicción juega un papel muy importante para los economistas de dicha época.

Referencias Bibliográficas

- Alanís, J. (1996). *La predicción: un hilo conductor para el rediseño del discurso escolar del cálculo*. Tesis doctoral, Cinvestav, México.
- Arya, J. & Lander, R. (1992). *Matemáticas aplicadas a la administración y a la economía*, México: Prentice Hall.
- Arroy, K. & Intriligator, M. (1989), *Handbook of Mathematical Economics*. Vols. 1-3, North Holland. Amsterdam.
- Arrieta, J. (2003). *Las prácticas de modelación como proceso de matematización en el aula*. Tesis doctoral, Cinvestav, México.
- Cantor, R. (2001). *Un estudio de la formación social de la analiticidad*. México : Grupo Editorial Iberoamérica.
- Chaing, A. (1987). *Métodos fundamentales de economía matemática*. México: McGraw-Hill.
- Cordero, F. (2001). La distinción entre construcciones del Cálculo. Una epistemología a través de la actividad humana. *Revista Latinoamericana de investigación en Matemática Educativa*. 4(2), 103-128.
- Cordero, F. (2003). *Reconstrucción de significados del Cálculo Integral: La noción de acumulación como argumentación*. México: Grupo Editorial Iberoamérica.
- Muñoz, G.(2000). Elementos de enlace entre lo conceptual y lo algorítmico en el Cálculo integral. *Relime vol. 3, Núm. 2, 131-170*. Robert. B. & Robert, F. *Historia de la teoría económica y su método*. México: McGraw-Hill.

- Piaget y García (1994). *Psicogénesis e historia de la ciencia*. México: Siglo XXI.
- Swokowski (1982). *Cálculo con geometría analítica*. México: Grupo Editorial Iberoamerica.
- UNACH (1994). Planes y programas de estudio de la Licenciatura en Economía: Facultad de Ciencias Sociales.
- UNAM (1993). Planes y programas de estudio de la Licenciatura en Economía: Facultad de Economía.