

## EL CONTEXTO, LA PREDICCIÓN Y EL USO DE HERRAMIENTAS; ELEMENTOS SOCIOEPISTEMOLÓGICOS DE LA MATEMATIZACIÓN DE LA ECONOMÍA

Saúl Ezequiel Ramos Cancino

Facultad de Ciencias Sociales. Cimata, Universidad Autónoma de México  
Chiapas

saulramcan@hotmail.com, saulram@prodigy.net.mx

Campo de investigación: Socioepistemología

Nivel: Superior

**Resumen.** *La ciencia económica, al igual que las ciencias físicas analizan y predicen diferentes tipos de fenómenos. Para entender ¿cómo el Cálculo originado en la práctica social de predecir se incorpora a otras prácticas sociales asociadas a la Economía?, se realizó un análisis socioepistemológico para analizar el proceso de matematización de la ciencia económica. En éste análisis encontramos que el contexto, la predicción y el uso de herramientas han jugado un papel importante. Tomando como base el análisis anterior, se diseñaron y aplicaron situaciones didácticas que consideraran estos elementos socioepistemológicos. Tomando como referencia los resultados que se obtuvieron de las situaciones, y revisando en análisis epistemológico, concluimos que el contexto, la predicción y el uso de herramientas son ejes centrales para la matematización de ciencia económica.*

**Palabras Clave:** Socioepistemología, contexto, predicción, herramientas, matematización.

### Introducción

Las necesidades del ser humano lo han llevado a la búsqueda de los medios y formas para salir adelante, lograr su desarrollo y seguir evolucionando. Esto genera diversas prácticas y actividades sociales, con el propósito de resolver diferentes problemas que enfrenta la sociedad, es decir, el ser humano en la búsqueda de resolver diferentes problemáticas, ha desarrollado conocimiento con intencionalidades específicas que dependen estrechamente del problema y el contexto social en que se presenta. En la construcción de estos conocimientos intencionados convergen las características sociales e individuales de los participantes, el entorno físico, las prácticas que realizan, la intencionalidad y los supuestos compartidos. Eso da como resultado ciertas actividades sociales, tal como, las prácticas de matematización de los diferentes fenómenos, ya sean físicos, químicos, sociales, etc. A lo largo de la historia se han encontrado diversas nociones y procedimientos matemáticos que surgen del proceso de comprender y transformar

795

diversos fenómenos naturales o sociales. La predicción y la modelación son prácticas sociales (Cantoral, 2001; Arrieta, 2003). Estas prácticas tienen una intencionalidad y se desarrollan en interacción con fenómenos, conjeturando y realizando las predicciones acerca de éstos fenómenos a través de la utilización de modelos. Estos modelos tienen la función de herramienta (“Un objeto en sí mismo no es herramienta, es herramienta hasta que el hombre lo utiliza con una intención” (Arrieta, 2003. pag 34)) para comprender, predecir y dar explicaciones teóricas de un fenómeno.

La modelación y la predicción, han y siguen jugando un papel muy importante en la actividad humana y sobretodo en la construcción del conocimiento matemático, el hacer matemáticas tiene una intencionalidad determinada. Incluso esta intencionalidad no es individual, sino social y que tiene como fin encontrar en ellas una herramienta para la humanidad. Por otra parte el estudio de la matematización de los fenómenos dentro de la Matemática Educativa ha permitido identificar diferentes categorías del conocimiento matemático basada en el lenguaje de las herramientas. Se identifican así todas las relaciones entre el conocimiento matemático, donde la naturaleza de esas relaciones lleva directamente a las formas de construir los procesos y objetos, más que el estudio de procesos y objetos en sí. La noción de predicción trata de adelantarse a los acontecimientos, de anticipar lo que habrá de suceder. Esta noción se construye a través de las vivencias cotidianas de los individuos dentro de un contexto social. Para ciertas situaciones se pretende conocer el valor que tomará una variable con respecto a la variación de otra. Por lo tanto, lo que se pretende es determinar el valor que tomará la variable dependiente antes de que la independiente pase de un primer estado a un estado dos. Debido a que es imposible adelantar el tiempo y algunas otras variables, el ser humano ha tenido la necesidad de predecir. Por lo que se pretende encontrar un valor generado por los cambios y los cambios de los cambios, y así sucesivamente hasta encontrar el valor deseado teniendo como referencia las condiciones iniciales (presente) hasta un valor final (futuro). La búsqueda de la predicción de la evolución de los

fenómenos de flujo continuo en la naturaleza condujo a desentrañar mecanismos que permitieron el pasaje de la predicción, noción propia de las ciencias físicas, a lo analítico, noción propia de la matemática. El Cálculo tiene como origen las ciencias que estudian la naturaleza, en especial las ciencias físicas; un determinado contexto, una forma peculiar de la naturaleza y nuevos paradigmas del saber posibilitaron el surgimiento del Cálculo. El paradigma newtoniano, “consistió básicamente 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” (Alanís, 1996. p. 21). El Cálculo ha jugado un papel importante para el ser humano como herramienta de predicción de los fenómenos físicos. Por lo anterior, ha sido de gran importancia su estudio y difusión.

En las instituciones escolares de nivel superior que ofrecen licenciaturas afines a las ciencias naturales incluyen al Cálculo dentro de sus planes y programas para su estudio. A lo largo del tiempo, han surgido otras instituciones que no estudian las ciencias naturales y que han incluido a las matemáticas en su currículo escolar, en especial el Cálculo. Las ciencias sociales es una de ellas, en particular la Economía. 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. La utilización de las matemáticas en la ciencia económica a partir del siglo XIX generó una revolución metodológica, que ha dotado al discurso económico de las características de rigor y generalidad, y a su vez ha proporcionado a la economía la solidez teórica para la formulación y desarrollo de diferentes teorías económicas. Como se mencionó anteriormente el Cálculo tiene como origen las ciencias que estudian la naturaleza, en especial las ciencias físicas, cuyas necesidades eran predecir el movimiento, la ciencia

económica tiene como principales objetivos la interpretación y la predicción de fenómenos económicos, al igual que las ciencias físicas (Ramos, 2005a).

Entender, ¿cómo el Cálculo originado en la práctica social de predecir se incorpora a otras prácticas sociales asociadas a la economía? para nuestro estudio es de gran importancia. Tener conocimiento de las causas que originaron la necesidad de utilizar el Cálculo como metodología para comprender, predecir y dar explicaciones teóricas de un fenómeno económico, dentro de la ciencia económica consideramos que es importante para identificar las prácticas sociales que permitieron dicha utilización, y con ello justificar la pertinencia del Cálculo dentro del currículo escolar de la Licenciatura en Economía.

Para lograr lo anterior metodológicamente nos ha llevado a realizar un estudio histórico-epistemológico del proceso de matematización de la ciencia económica a través de la aproximación socioepistemológica. En este estudio se intenta visualizar el papel que juega el contexto, la predicción y el uso de herramientas como elementos socioepistemológicos que intervienen directamente en la matematización de la ciencia económica para resolver ciertas problemáticas que a los economistas se les han presentado. A partir del análisis socioepistemológico y la problemática de la enseñanza en la que están inmersos los estudiantes de Cálculo y en especial estudiantes en Economía se diseñaron e implementaron situaciones que permitan al estudiante reconstruir conceptos microeconómicos a través ciertas prácticas sociales y determinados elementos socioepistemológicos que permitieron matematizar la ciencia económica. En estas situaciones se pretende observar el papel que juega el contexto, la predicción y el uso de herramientas para resolver diferentes problemáticas en el ámbito económico. Se realizó un análisis *a priori* con base en un conjunto de hipótesis descriptivas y predictoras de lo que los estudiantes realizarían. Finalmente, se recolectaron los datos obtenidos a lo largo de la experimentación y se realizó un análisis *a posteriori*.

### **Análisis socioepistemológico de la matematización de la Economía**

El Cálculo se ha usado para la generación de diversas teorías económicas. Para los economistas ha tenido, y tiene un papel muy importante en el proceso de matematización de la ciencia económica a partir del periodo marginalista (1838-1947). Se considera que es en este periodo cuando da inicio la utilización del Cálculo de manera formal como metodología para formular, interpretar y explicar teorías económicas (Arrow e Intriligator, 1989). Con el fin de entender el papel que juega el contexto social, la predicción y el uso de herramientas en el proceso de matematización de la ciencia económica y en especial en la utilización del Cálculo, se optó por realizar el análisis histórico epistemológico en el periodo clásico de la evolución de la ciencia económica, es decir, el periodo que antecede al marginalista. En coherencia con nuestra pregunta y objetivo de investigación revisamos diferentes teorías elaboradas en el periodo clásico de la economía y se decidió analizar la Teoría de la Renta, dentro de los principales hallazgos que se encontraron con respecto a los elementos socioepistemológicos que estábamos buscando fueron los siguientes:

- **El contexto.**

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. En esta época de la economía, los economistas buscaban como lograr el crecimiento económico, el funcionamiento dinámico de la teoría clásica de la población, los rendimientos decrecientes en la agricultura, la teoría de salarios de subsistencia, la teoría clásica de acumulación de capital (la doctrina del fondo de salarios) y la teoría residual de los beneficios era predecir un equilibrio de estado estacionario, es decir, cuando se detendría la acumulación adicional

de capital. Con esta visión clásica surge la Teoría de la Renta bajo las siguientes características sociales:

Las Leyes de Granos que fueron aprobadas por el Parlamento de Inglaterra en 1815, ya que por un embargo que impuso Napoleón a los puertos británicos impidió eficazmente la entrada de los granos extranjeros. Con esta problemática los agricultores británicos se vieron obligados a aumentar la producción de cereal doméstico, a fin de alimentar la población. Debido a que los costos 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 tanto, las Leyes de Granos se crearon con el fin de la protección agrícola y sus efectos sobre la distribución de la renta y el crecimiento económico, estímulos necesarios 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. 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.

- **La predicción**

En esta época se encontró evidencias del germen del Cálculo en la Ciencia Económica para predecir fenómenos económicos. Dentro de la Teoría de la Renta existen conceptos como, Producción Marginal del Capital y Trabajo, entendiéndose como la variación del producto total resultante de la adición de una nueva unidad del factor capital-trabajo a la producción, y la Renta como diferencia entre el producto de la mejor tierra y de la peor tierra de cultivo, para cantidades iguales de Capital y Trabajo en ambas. En ambos conceptos se están presentando evidencias de la noción de variación. En la tabla que a

continuación se presenta, se muestra de manera simplificada unos de los análisis que se realizaron en esta investigación, en ella se observa como se calcula la producción total de una tierra que se cultiva de manera intensiva utilizando 5 unidades de Capital y Trabajo (Ramos, 2005a. pag 70):

Capital y Trabajo	Producción Total (Pt)	Producción Marginal (Mp)	Cálculo de la Producción Marginal
0	0		
1	Pt <sub>1</sub> = 100	Mp <sub>1</sub> = 100	Mp <sub>1</sub> = 100 - 0 = 100
2	Pt <sub>2</sub> = 190	Mp <sub>2</sub> = 90	Mp <sub>2</sub> = 190 - 100 = 90
3	Pt <sub>3</sub> = 270	Mp <sub>3</sub> = 80	Mp <sub>3</sub> = 270 - 190 = 80
4	Pt <sub>4</sub> = 340	Mp <sub>4</sub> = 70	Mp <sub>4</sub> = 340 - 270 = 70
5	Pt <sub>5</sub> = 400	Mp <sub>5</sub> = 60	Mp <sub>5</sub> = 400 - 340 = 60
Por lo tanto, la Producción Total es igual a: Pt = 100+90+80+70+60 = 400			

Con lo anterior, podemos observar que el Producto Marginal (Mp) del Capital y el Trabajo, 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 esta tierra utilizando cinco unidades de capital y trabajo es:

$Pt_5 = Pt_1 + Mp_2 + Mp_3 + Mp_4 + Mp_5$  y para calcular la Pt utilizando n unidades de Capital y

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

Podemos observar con el análisis anterior, como ya estaban presentes conceptos elementales con relación a la estructura del Cálculo; *juntar y separar, sumar y restar* (Cordero, 2003). En este ejemplo también podemos evidenciar que existe la predicción, es decir, una vez conocidas las condiciones iniciales de un fenómeno económico y a través del análisis de la variación de las variables que están involucradas podemos encontrar el estado final del fenómeno. Como se mencionó anteriormente en el periodo clásico, 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), por lo tanto, era necesario predecir cuando se presentaría el estado estacionario, en este sentido también la predicción juega un papel muy importante en la visión y construcción de conocimiento con intencionalidades específicas en los economistas de esa época.

- **Herramientas**

Se encontraron evidencias que nos permitieron observar que las principales herramientas que se utilizaron en esta época para formular, interpretar y explicar teorías económicas están basadas en la noción de variación, en sus elementos básicos; esta presente el proceso de comparación, las nociones de acumulación y valor acumulado (predicción).

### **Situaciones de cambio para estudiantes de economía**

Las situaciones de cambio se pusieron en escena con estudiantes de 4º semestre de la Licenciatura en Economía de la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad Autónoma de Chiapas. Dentro del análisis *a posteriori* podemos comentar algunas de las conclusiones obtenidas con respecto a los elementos socioepistemológicos que estábamos buscando:

- **El contexto**

Se pudo observar como el contexto en que se diseñaron las situaciones tuvo un papel muy importante en la solución y argumentos de los estudiantes para la construcción de significados. El contexto de las situaciones propició que las discusiones que se presentaron para la solución de las diferentes problemáticas giraran en torno a términos y conceptos económicos, no matemáticos.

- **La predicción**

Dentro de la predicción encontramos que los estudiantes realizaron sus predicciones de dos formas, una de manera explícita, es decir, tomaron en cuenta de manera explícita el papel que juega la condición inicial y sumaron las variaciones para encontrar el estado

final de la variable dependiente, y la otra de manera implícita, donde ellos buscan encontrar el valor del estado final de la variable observando la relación que existe entre las variables que intervienen en la problemática. Para poder predecir la noción de variación jugó un papel muy importante, ya que a través de ella pudieron observar como va cambiando la cantidad inicial, analizaron el proceso necesario para transformarla a una cantidad final, ya sea local o global, como podemos observar en la figura siguiente:

x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Productos comprados
c	0	1	4	9	16	25	36	49	64	81	\$ (Costo / producto)

$\begin{matrix} 3 & 3 & 3 & 3 & 3 & 3 & 3 & 3 & 3 & 3 & 3 \\ 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 \end{matrix}$

x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Productos comprados
C	30	33	34	39	46	55	66	79	94	101	\$ (Costo Total)

- **Las herramientas**

Los estudiantes, en la necesidad de predecir crearon sus propias herramientas predictoras. Para la generación de estas herramientas pusieron en juego la noción de variación, es decir, revisaron los comportamientos de las variables que estaban presentes, observaron qué datos permanecían constantes, cuales variaban, como variaban y cuanto variaban, para que a través de esta información ellos pudieran generar herramientas que les permitiera predecir. Las herramientas de predicción que construyeron en términos generales fueron relaciones funcionales entre variables. Con estas herramientas predictoras, ellos pudieron determinar el comportamiento del problema económico. Otro hecho que consideramos importante es que pudimos distinguir dos tipos de relaciones funcionales entre variables, una relación funcional explícita y la otra implícita. La relación funcional implícita consiste en que los estudiantes desarrollan relaciones funcionales numéricas, es decir, únicamente manipulan los datos (números) conocidos y los datos que ellos mismos van construyendo. La relación funcional entre variables explícita es

representada a través de números y símbolos o únicamente por símbolos que representan la relación de las variables que están en juego.

### **A manera de conclusión**

El contexto en el que se desarrolla una problemática, es un factor importante en la construcción del conocimiento matemático dentro de la ciencia económica, la predicción ha sido eje central en la actividad humana para generar conocimiento matemático en la ciencia económica, el uso de herramientas para predecir y explicar diferentes teorías económicas juega un papel importante para el proceso de matematización de la ciencia económica, a través de la modelación, se fundamentan diferentes teorías económicas que son puestas a disposición de la sociedad. Por lo tanto consideramos que el contexto, la práctica social de predecir y el uso de herramientas son ejes centrales para que la economía utilice el conocimiento matemático como metodológica para formular, interpretar y explicar diferentes teorías económicas, es decir, estos elementos socioepistemológicos han desempeñado un papel importante en el proceso de matematización de la ciencia económica.

### **Referencias bibliográficas**

Alanís, J. (1996). *La predicción: un hilo conductor para el rediseño del discurso escolar del cálculo*. Tesis doctoral no publicada, Cinvestav-IPN, México.

Arrieta, J. (2003). *Las prácticas de modelación como proceso de matematización en el aula*. Tesis doctoral no publicada, Cinvestav-IPN, México.

Arroy, K. & Intriligator, M. (1989), *Handbook of Mathematical Economics*. Vols. 1-3, North Holland. Amsterdam.

Cantoral, R. (2001). *Un estudio de la formación social de la analiticidad*. México : Grupo Editorial Iberoamérica.

Cordero, F. (2003). Lo social en el conocimiento matemático: reconstrucción de argumentos y de significados. En J. Delgado (Ed), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* (volumen 16, pp. 73-78). Lorena Impresores. Santiago de Chile.

Ramos, S. (2005a). *Análisis Socioepistemológico de los Procesos de Matematización de la Predicción en la Economía*. Tesis de Maestría no publicada. Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chiapas, México.

Ramos, S. (2005b). Análisis Socioepistemológico de los Procesos de Matematización de la Predicción en la Economía. En J. Lezama, M. Sanchez y J. Molina (Ed) *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* (volumen 18, pp. 631-637). México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa, A. C.

Ramos S. y Muñoz, G. (2006). Práctica social de predecir y el uso de herramientas en estudiantes de economía. En G. Martínez (Ed), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* (Volumen 19, pp. 805-811). México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa, A. C.

Ramos, S. y Muñoz, G. (2007). Clasificación de la matematización de la economía desde un punto de vista socioepistemológico. En C. Crespo (Ed), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* (volumen 20, pp. 467-472). México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa, A. C.