

PRÁCTICA SOCIAL DE PREDECIR Y EL USO DE HERRAMIENTAS EN ESTUDIANTES DE ECONOMÍA.

Saúl Ezequiel Ramos Cancino y Germán Muñoz Ortega
Facultad de Ciencias Sociales, CIMATE UNACH, México.
saulramcan@hotmail.com ; saulram@prodigy.net.mx

Campo de Investigación: Pensamiento variacional – Socioepistemología; Nivel Educativo: Superior.

Resumen.

El papel que juega el Cálculo infinitesimal en los cursos que se imparten a nivel superior en las diferentes licenciaturas a través de sus planes y programas de estudio, y en las bibliografías que utilizan para la enseñanza de éste, nos dicen que el cálculo debe ser una herramienta para resolver diferentes problemáticas que se le presenten tanto en la licenciatura así como en el ejercicio de su profesión, éstas pretensiones desde nuestro punto de vista no se están logrando. En base a la problemática anterior se formuló una epistemología inicial para diseñar situaciones de variación que permitan a los estudiantes reconstruir conceptos microeconómicos a través de supuestos epistemológicos que justifiquen la naturaleza de éstas y a su vez consideran que el funcionamiento mental debe estar en correspondencia con la modelación y el uso de herramientas predictoras.

Presentación:

La enseñanza en general de las matemáticas y en particular el Cálculo, ha sido parte fundamental en la actividad científica durante los últimos años. El papel que juega el Cálculo en los cursos que se imparten a nivel superior en las distintas licenciaturas afines a las ciencias naturales a través de sus planes y programas de estudio, y de las bibliografías que se utilizan para la enseñanza de éste, nos dicen que el Cálculo debe ser una herramienta para resolver diferentes problemáticas que se presenten tanto en la licenciatura así como en el ejercicio de su profesión. A lo largo del tiempo, han surgido otras instituciones que no estudian las ciencias naturales y que han incluido a las matemáticas en su curricula escolar y en especial el Cálculo. Las ciencias sociales es una de ellas y en especial la ciencia económica. Como es sabido el Cálculo tiene como origen la ciencias que estudian la naturaleza, en especial las ciencias físicas, cuyas necesidades eran predecir el movimiento (Cantor, 2001). La ciencia económica tiene como principales objetivos la interpretación y la predicción de fenómenos económicos, al igual que las ciencias físicas.

Entender el papel que ha desempeñado y desempeña el Cálculo desde su origen hasta la actualidad en las diferentes ciencias, y la forma como éste se enseña en las instituciones escolares que imparten las diferentes licenciaturas son aspectos importantes que estudia la Matemática Educativa y que en tanto campo de conocimiento, tiene como responsabilidad dar cuenta de la constitución de los saberes matemáticos y cómo éstos ingresan al sistema didáctico.

Teniendo como referencia que el Cálculo 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 y de otras ciencias, consideramos que es necesario saber; ¿cómo el Cálculo originado en la práctica social de predecir, se incorpora a otras prácticas sociales asociadas a la Economía?. El estudio de esta pregunta se realizó 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 (Cordero, 2002). En el marco anterior y a través de esta aproximación teórica nuestra hipótesis fue:

- La matemática que utiliza la ciencia económica en especial el Cálculo está ligado a la predicción como práctica social y a los procesos de variación y cambio.

Consideramos que es de gran importancia conocer cuales fueron las causas que originaron la necesidad de usar el Cálculo en la ciencia económica, identificar las prácticas sociales que permitieron esta inserción, y con ello justificar la pertinencia de éste dentro de la curricula escolar. 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: 1.El período inicial de la economía matemática (período marginalista, 1838-1947), 2. El período de los modelos lineales y la teoría de los conjuntos (1948-1960), 3. 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. Para ello se realizó un análisis socioepistemológico en coherencia con nuestra pregunta e hipótesis de investigación. Revisamos diferentes teorías elaboradas antes del periodo marginalista¹ y se tomó la decisión de analizar la teoría de la Renta que se encuentra ubicada en el periodo clásico de la evolución de la ciencia económica con el fin de visualizar el germen del Cálculo.

En este periodo el crecimiento económico es el contexto social que estimula el desarrollo de la teoría clásica de la Renta. Dentro de ella se observó que aparece la 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 del 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. En este momento se detendría una nueva inversión (no hay acumulación adicional de capital), por lo que fue de interés predecir cuándo se presentaría el estado estacionario. Por lo tanto, la predicción como práctica social juega un papel muy importante para los economistas de dicha época (Ramos, 2005a; Ramos, 2005b).

Unos de los medios de difusión que tiene la ciencia económica actualmente 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. También se realizó un análisis global de los contenidos de los textos que son utilizados en la Licenciatura de Economía y en los libros convencionales que se utilizan en los diferentes cursos de Cálculo, en este análisis se observa que tienen la misma estructura tanto en el contenido, como en la forma de presentación de las temáticas para que los estudiantes aprendan Cálculo. Es decir, se encuentran inmersos en la enseñanza clásica del

¹ La evolución de la Economía en sus grandes etapas de desarrollo la podemos clasificar, en términos generales, según la interpretación de profesores de la Licenciatura en Economía de la Facultad de Ciencias Sociales de la UNACH y con base en varios autores de la siguiente manera: pensamiento antiguo y medieval, preclásico, clásico, marginalista, neoclásico, keynesiano y neoliberal.

Cálculo. La estructura de los cursos de Cálculo la podemos resumir en términos generales de la siguiente manera: 1) Funciones, 2) Límites de funciones, 3) Continuidad, 4) La derivada, 5) Aplicaciones de la derivada, 6) La integral, 7) Aplicaciones de la integral, 8) Métodos de integración, 9) Ecuaciones diferenciales. En cuanto a la presentación de los contenidos específicos a enseñar, se realiza de la siguiente manera: a) Definición (concepto, demostraciones, teoremas, etc.), b) Ejemplos y c) Problemas (“aplicaciones”). Esta estructura establece una definición matemática y un discurso que gira alrededor de este concepto matemático. Este tipo de estructura que tienen los libros actualmente para la enseñanza del Cálculo y específicamente en la Licenciatura de Economía creemos que no están cumpliendo con el propósito de dar a los estudiantes el instrumental matemático que ellos deben tener para poder utilizarlos como las herramientas necesarias que la licenciatura y la ciencia económica exige.

Las propias necesidades del ser humano lo han llevado a la búsqueda de los medios y formas para salir adelante, para lograr su desarrollo y seguir evolucionando. Esto genera diversas prácticas y actividades sociales, con el propósito de resolver diferentes problemáticas que enfrenta la sociedad según el contexto en que se presente y considerando la cosmovisión de la cultura referida. El ser humano en la búsqueda por resolver diferentes problemáticas ha desarrollado conocimiento con intencionalidades específicas que dependen estrechamente del problema y el contexto social en que se presenta. Es decir, de la convergencia de las características sociales e individuales de los participantes, el entorno físico, las prácticas que realizan, la intencionalidad de los participantes 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 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. Un modelo es “ algo utilizado en sustitución de lo modelado, la manipulación del modelo nos permite entender y predecir el comportamiento del fenómeno, así como validar hipótesis y elaborar estrategias para la intervención “ (Arrieta, 2003, p. 35), por lo que un modelo para estas prácticas sociales tienen la función de herramienta² para comprender e intervenir 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, ya que la actividad humana de 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 el desarrollo de 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

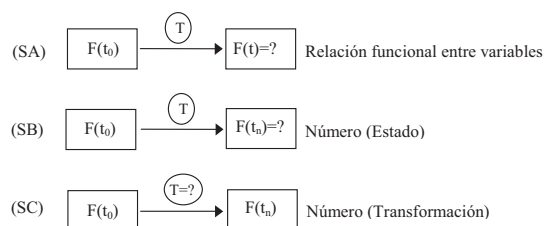
² Un objeto en sí mismo no es herramienta, es herramienta hasta que el hombre lo utiliza con una intención, determinada no individualmente, sino socialmente. Las herramientas no sólo son objetos físicos, también lo son el lenguaje y otros entes abstractos. La importancia de las herramientas no radica en las herramientas en sí, sino en el programa que orienta su uso (Arrieta, 2003).

conocimiento matemático, donde la naturaleza de esas relaciones lleva directamente a las formas de construir los procesos y objetos, más que los procesos y objetos en sí. Dar cuenta del conocimiento matemático en la Economía través de las prácticas sociales de los grupos humanos que lo posibilitaron, creemos que ayudaría a cumplir con la intencionalidad por el cual se encuentra en la curricula escolar.

A partir del análisis socioepistemológico y la problemática de la enseñanza en la que están inmersos los estudiantes de Cálculo y en especial los estudiantes de la Licenciatura en Economía se diseñaron e implementaron situaciones que permitan al estudiante reconstruir conceptos microeconómicos a través de supuestos epistemológicos que justifican la naturaleza de éstas y que a su vez consideran las cosmovisiones y prácticas sociales que permitieron matematizar la ciencia económica, con la finalidad de verificar si en el contexto actual tienen significado ciertas nociones que se dieron en el pasado, y que éstas a su vez fueron usadas para resolver diferentes problemáticas que se presentaron en esa época, tanto en las ciencias físicas como en la ciencia económica. Estas nociones están ancladas a la actividad humana dentro de las cuales podemos mencionar a la predicción, la modelación y el uso de herramientas. La naturaleza de las situaciones que se implementaron se diseñaron a partir del contexto del marco epistémico de Newton, lo que implica que están inmersas en la práctica social de predecir. Los problemas microeconómicos se refieren también a fenómenos de variación y cambio, éstos son el referente en el que surgen los conceptos de derivada e integral y también cognoscitivamente favorecen pensar en la integral (Cordero,1994, citado en Muñoz, 2000).

Siguiendo a Muñoz (2000), él identifica los tipos de problemas cuya solución exige una integración y analiza dos categorías de relaciones involucradas en las leyes que cuantifican al fenómeno de variación o cambio, a continuación se describe la primera categoría, ya que es en ésta donde tuvo lugar el diseño de las situaciones:

- La primera categoría dice que: dadas las condiciones iniciales del problema, encontrar la ley que cuantifica al fenómeno de variación o cambio. Esta categoría la divide en tres posibles situaciones, según la pregunta que se plantea en el problema específico derivado del fenómeno de variación. Estas situaciones son:



en donde: SA = Situación A (*Predicción*); SB = Situación B (*Predicción*); SC =Situación C (*Acumulación*); T = Transformación; $F(t_0)$ = Condición inicial conocida.

En las tres situaciones se inicia la discusión de integración porque la pregunta es sobre la cantidad desconocida ($F(t)$, $F(t_n)$, o $F(t_n)-F(t_0)$ según sea el caso) que se quiere hallar. Además, se requiere reconocer cómo está variando el fenómeno de variación ($dF(t)/dt$).

Con el análisis epistemológico como se mencionó anteriormente se diseñaron situaciones donde la actividad humana es incorporada como epistemología inicial. Se realizó un análisis *a priori* con base en un conjunto de hipótesis descriptivas y predictoras de lo que

los estudiantes realizarían. Se implementaron las situaciones a estudiantes de 4º semestre de la Licenciatura en Economía de la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad Autónoma de Chiapas. Finalmente, se recolectaron los datos obtenidos a lo largo de la experimentación y se realizó un análisis *a posteriori*. Una vez realizado el análisis *a posteriori* de estas situaciones podemos comentar lo siguiente:

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, productos, precio, costos y utilidades. Es decir, observaban qué datos permanecían constantes, cuáles variaban, cómo variaban y cuanto variaban, para que a través de esta información ellos pudieran generar una relación funcional entre variables que les permitiera predecir. La relevancia de lo anterior es que originalmente se esperaba únicamente que los estudiantes predijeran. En este análisis se observó que la predicción de los estudiantes fue realizada de dos maneras, una predicción que le hemos llamado implícita y la otra de manera explícita. La predicción implícita consistió en que los estudiantes buscan encontrar el valor del estado final de la variable, observando únicamente la relación funcional que existe entre ellas. Es decir, determinan las características que presenta la variación; una vez identificadas esta características toman patrones de comportamiento para poder buscar relaciones funcionales que les permitan encontrar el estado final de una variable o modelar el fenómeno a través de una función. La predicción explícita consistió en que los estudiantes tomaron en cuenta de forma explícita el papel que juega la condición inicial y fueron sumando las variaciones para encontrar el estado final de esta variable.

Como se mencionó anteriormente los estudiantes generaron sus propias herramientas para poder predecir el estado final de un fenómeno microeconómico, centrando su atención en la variación, para que a través de la información que generaron pudieran determinar la relación funcional entre variables que les permitiera predecir el fenómeno económico.

Otro hecho que consideramos importante es que se determinaron también 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 que ellos mismos van generando. No generalizan la información con variables para representar su relación funcional. La relación funcional entre variables explícita es representada a través de números y símbolos o únicamente por símbolos que representan a las variables que están en juego. Lo anterior se menciona porque creemos que es importante que estos aspectos se deben considerar en una epistemología inicial posterior; es decir, tener en cuenta qué tipo de predicción o qué tipo de relación funcional entre variables se espera que los estudiantes desarrollen para que se consideren en futuras situaciones o investigaciones.

Conclusiones:

A manera de conclusión según la evidencias que se obtuvieron en esta investigación a través de la situaciones implementadas a los estudiantes de economía de la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad Autónoma de Chiapas podemos mencionar lo siguiente (Ramos, 2005a):

1. La predicción, sigue siendo un eje central en la actividad humana, aunque la ciencia que se está estudiando no pertenece a las naturales.
2. Tuvieron la necesidad de crear sus propias herramientas para poder predecir el estado final de un fenómeno microeconómico.

3. Para la generación de estas herramientas pusieron en juego la noción de variación, es decir, revisaron los comportamientos de las variables que estaban en juego, productos, precio, costos y utilidades, observaron que datos permanecían constantes, cuáles variaban, cómo variaban y cuánto variaban, para que con esta información ellos pudieran generar una relación funcional que les permitiera predecir.

4. A través de este instrumento predictor, ellos pudieron determinar el comportamiento que pudiera presentar cualquier empresa que tenga condiciones similares a las que se estudiaron en la situación, es decir, están realizando la práctica social de modelar un fenómeno económico.

Identificar las prácticas sociales que dieron y dan cuenta del conocimiento matemático requerirán ser interpretadas para ser integradas al sistema didáctico de instituciones que forman economistas, y con ello dar inicio a la construcción de manera gradual de material didáctico fundamentado en situaciones de cambio en el contexto de fenómenos económicos y que cumplan con el papel de herramienta de predicción que requiere la ciencia económica.

Con lo anterior se pretende contribuir al rediseño del Cálculo escolar para economistas en base a la práctica social de predecir a partir de la visión socioepistemológica que considera a la actividad humana como la fuente de la reorganización de la obra matemática. Por consecuencia el conocimiento matemático consideramos que está ligado estrechamente a la actividad humana, es decir, no se encuentra vinculado con alguna ciencia en especial, si no que es parte de la necesidad de la evolución de la humanidad en su conjunto. Dentro de esta evolución se ha desarrollado conocimiento con intencionalidades específicas.

Referencias:

Arrieta, J. (2003). *Las prácticas de modelación como proceso de matematización en el aula*. Tesis doctoral, Departamento de matemática educativa, 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. (1994). *Cognición de la integral y la construcción de sus significados. Un estudio del discurso matemático escolar*. Tesis doctoral, Departamento de matemática educativa, Cinvestav-IPN, México.

Cordero, F. (2002). Lo social en el conocimiento matemático: reconstrucción de argumentos y de significados. En *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* (volumen 16). Grupo Editorial Iberoamérica.

Muñoz, G.(2000). Elementos de enlace entre lo conceptual y lo algorítmico en el Cálculo integral. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa* vol. 3, Núm. 2, 131-170.

Muñoz, G. (2005). Naturaleza de un campo conceptual del cálculo infinitesimal: una visión epistemológica. En *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* (volumen 18, pp 589-595). México: Comité Latinoamericano en Matemática Educativa. A.C.

Ramos, S. (2005a). *Análisis Socioepistemológico de los Procesos de Matemización de la Predicción en la Economía*. Tesis de maestría. Centro de Investigación en Matemática Educativa de la Facultad de Ingeniería. UNACH, México.

Ramos, S. (2005b). Análisis Socioepistemológico de los Procesos de Matemización de la Predicción en la Economía. En *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* (volumen 18, pp. 631-637). México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa, A. C.