DESARROLLO DE UNA RED DE USOS DE CONOCIMIENTO MATEMÁTICO

María Esther Magali Méndez Guevara, Francisco Cordero Osorio
emendez@cinvestav.mx, fcordero@cinvestav.mx
Departamento de Matemática Educativa, CINVESTAV-IPN
Avances de investigación
Socioepistemología, Medio superior

Resumen
Se exhibe un ejemplo del desarrollo de una red de usos de conocimiento matemático detonado por la modelación como generadora de conocimiento matemático y motor en la construcción de redes. Para ello, hemos formulado una categoría de conocimiento que permite enlazarla lo que sucede en un escenario escolar cuando se pone en juego un diseño basado en una epistemología de prácticas cuya intención es provocar una resignificación del conocimiento matemático con respecto a la variación lineal y cuadrática en situaciones de elasticidad y movimiento.

Palabras clave: *Red, desarrollo de usos, modelación*

1. Introducción

En nuestro estudio atendemos a la problemática que emerge en el contexto generado por la tensión entre la matemática escolar y la matemática funcional (Figura 1), coincidimos con colegas como Arrieta (2003), Cordero (2001, 2006b), Roth (2002) y Suárez (2008), al reconocer que existe una desvinculación entre las prácticas escolares y las prácticas extraescolares. De manera que se genera una problemática entre la tensión del uso de las matemáticas y la matemática escolar (Figura 1), la cual no permite la continuidad de prácticas pues no reconoce la función de las prácticas en las diferentes comunidades.

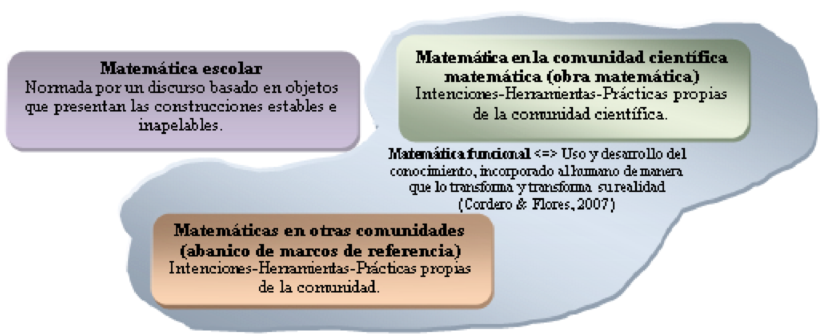

Figura 1. Desvinculación entre la matemática escolar y los usos de las matemáticas.

Entre otros aspectos las investigaciones antes citadas proponen buscar otras formas para que los actores del escenario escolares construyan conocimientos propios basados en sus prácticas. Desde nuestra perspectiva socioepistemológica, construyan una matemática funcional, aquella que permitiría su uso y desarrollo. Por ejemplo coincidimos con la crítica y observación de Roth acerca de que:

> Lo que se aprende en la escuela no es necesariamente lo que se usa fuera de ella, porque a pesar de que los didactas científicos están preocupados en la alfabetización, en qué y cómo se debe enseñar ciencia, muchas de las aportaciones a su criterio no cambian, porque el propósito sigue siendo que los estudiantes aprendan para la escuela más que en participar en actividades significativas aprendiendo durante el proceso. (Roth, 2002, p. 16)

La postura de Roth platea la necesidad de generar actividades que permitan a los estudiantes aprender durante un proceso del cual ellos son actores principales. Aunado a ello desde nuestra postura reconocemos al estudiante como el humano en un escenario específico (la escuela) que puede construir su conocimiento, y es necesario buscar medios que le permitan dar continuidad a sus construcciones, planteamos que esto será posible en el uso y articulación sus construcciones.

La Socioepistemología ha identificado que una forma de atender a la problemática (Figura 1) desde el contexto escolar, es construyendo marcos de referencia para la resignificación del conocimiento matemático, ello permite elaborar mecanismos de intervención en el sistema escolar que provocan una matemática funcional.

La matemática funcional a la cual nos referimos es expresada en términos de usos de conocimientos en situaciones específicas, donde se debaten los funcionamientos y las formas que expresan un lenguaje de herramientas y argumentos que se construye en la organización de un grupo humano, lo cual está normado por lo institucional y lo cultural. A esta forma de construir el conocimiento matemático se le ha denominado resignificación (Cordero, 2006b).

De manera que en nuestra investigación estudiamos el desarrollo de usos de conocimiento matemático en situaciones donde se estudia la elasticidad y el movimiento, y lo que se construye en este proceso de resignificación, a lo que hemos llamado red de usos de conocimiento matemático. Este se evidencia en la articulación de prácticas y herramientas por estudiantes de bachillerato.

Dicho estudio se realiza con una mirada sistémica de la construcción social de conocimiento matemático, la Socioepistemológica, la cual entre sus premisas postula que: Los conocimientos matemáticos se construyen a través de prácticas sociales; el saber matemático debe su origen, razón de ser y su significado a otras prácticas de referencia; la actividad y la práctica son elementos de articulación; hay una necesidad de redimensionar el saber y construir una significación colectiva para la resignificación teórica (Cantoral y Méndez, 2009).

Desde esta visión uno de sus intereses es identificar epistemologías de prácticas que permitan conformar bases de significados para el conocimiento matemático (Buendía & Cordero, 2005) y generar mecanismos de intervención expresados en categorías de conocimiento matemático[1], que provoque en la matemática escolar una matemática funcional (Cordero y Flores, 2007).

Al seno de esta perspectiva socioepistemológica, se reconoce la función normativa de las prácticas sociales en la construcción social de conocimiento matemático, y se reconoce también que estos entes, no se observan, ni se dicen, pero se perciben y se sienten (Covián, 2005), por ello, una forma de estudiar la práctica social es mediante el uso del conocimiento matemático en situaciones específicas.

En este tenor nos preguntamos, cómo se enlazan las categorías de conocimiento matemático de forma que se articulen saberes matemáticos mediante el desarrollo de una red de usos, y qué se genera en el desarrollo de usos. Postulamos que los ejes de articulación son las prácticas sociales, y nos unimos a la postura de Arrieta (2003) y Suárez (2008) sobre la concepción de modelación como una práctica social.

[1] Entendemos que la función de una categoría en situación escolar es el argumento que permite dar justificaciones funcionales de las construcciones colectivas que se realiza.

De manera que reconocemos la evolución que la modelación ha tenido en la disciplina y al seno de la misma teoría socioepistemológica.

2. Algunas tendencias acerca de los estudios de modelación en la matemática educativa

La modelación ha jugado y juega un papel importante en la ciencia, ello se refleja en los programas de la enseñanza de la ciencia misma, pues se reconoce que en la modelación se dan procesos que permiten transformar y comprender diversos fenómenos sociales o naturales.

Por ejemplo las investigaciones de Oliva y Aragón (2009) versan sobre cómo potencializar el pensamiento modelizador en la ciencia, que permitan a los estudiantes usar y desarrollar dotes imaginativas para ser capaces de (re)construir modelos, partiendo de concebir a la modelización o modelaje como la actividad sistemática que llevan a cabo los científicos para construir y aplicar el conocimiento científico. Así la modelación resulta el proceso por el cual se puede transformar el mundo cuando se piensa científicamente acerca del mismo. Para Fernandes y Oliveira (2006) la modelación es compatible con un método experimental, en donde las experiencias provocan (re)construcción de conocimiento como interpretación de la realidad.

Estas postura a pesar de que reconocer a la modelación como una actividad desarrollada por una comunidad, para el caso científica, al momento de pensar en un escenario escolar, se transforma en un proceso que debe ser enseñado para que se aplique o se motive a aprender matemáticas, sin permitir a los actores de este escenario construir su propio proceso. Alrededor del proceso también se estudia el desarrollo de las habilidades y dificultades cognitivas que surgen en el proceso (Blum & Borromeo, 2009), la intención es que los estudiantes comprendan conceptos matemáticos en la resolución de problemas, dejando de lado lo que produce al proceso mismo.

Las investigaciones de Bosch, García, Gascón y Ruíz (2006) problematizan sobre el proceso de modelación reconociendo que este es independiente la resolución de problemas, se basan en procesos de reconstrucción y articulación de praxeologías, que permitan caracterizar situaciones que desarrollen el proceso de modelización, a la vez que se profundiza en los procesos cognitivos activados por los estudiantes en las tareas de modelización y de su aplicación. Si bien esta postura marca un cambio, con respecto a la modelación, como un ente complejo, el proceso sigue siendo establecido por una comunidad ajena a aquella que podría surgir en la escuela.

Por otro lado D´Ambrosio (2009) considera a la modelación como la práctica de creación de modelos donde los instrumentos materiales e intelectuales para su elaboración son matemáticos, una estrategia por excelencia del ser humano para generar conocimiento. Concibe este conocimiento de forma individual, un conjunto de experiencias y explicaciones acumuladas a lo largo de la vida que responde a una necesidad y voluntad, el cual determina el comportamiento de un individuo, donde el conocer y hacer no son una dicotomía. La generación de conocimiento individual resulta ser un ciclo dinámico y es en ese ciclo donde la modelación se torna una estrategia para generar conocimiento.

Estas percepciones de la modelación, grosso modo muestran del estatus actual y de la tendencia de su concepción, no sólo como proceso estático sino como una práctica o estrategia en la cual una comunidad construye conocimiento. Sin embargo, pocos son los investigadores que han realizado o realizan estudios en donde se conjuguen las visiones clásicas y una visión de construcción social que reconozca al ser humano construyendo conocimiento en escenarios, donde el escolar es uno.

Por ejemplo las investigaciones socioepistemológicas, estudian a la modelación como una práctica social, algo más que un proceso. Así en el 2003, Arrieta caracterizó a la modelación como las prácticas sociales de matematización en el aula, identificadas por la conjunción de la intervención en la naturaleza, el trabajo y el experimento con la especulación matemática. En la cual emergen herramientas matemáticas, los modelos, como formas de argumentación ante una situación. Esta postura presume que la intención de las herramientas juega un papel determinante en estas prácticas y se diferencia de otras perspectivas, pues lo importante es que en la interacción con los fenómenos se construyan versiones matemáticas (hipótesis) y, argumentos sobre su validez, donde algunos de estos argumentos son las evidencias de experimentos, con las cuales se reformulan las versiones (hipótesis) y se construyen, en esta interacción discursiva, consensos. Es decir, en las prácticas de modelación los actores construyen modelos matemáticos como herramientas para argumentar, haciendo de esto al mismo tiempo los argumentos que permite predecir comportamientos.

Además Cordero considera a la modelación, en sí misma, como una construcción del conocimiento matemático, esta construcción provoca una matemática funcional. Es decir la modelación como una práctica social provoca una resignificación del conocimiento matemático en situaciones específicas (Cordero, 2006b).

El estudio realizado por Suárez adoptó a la modelación como una construcción teórica que un individuo realiza al enfrentar una tarea matemática en la que pone en juego sus conocimientos, el cual produce modelos, es decir, la modelación permite a los humanos organizar su realidad y formularse herramientas de interpretación, más específicamente provoca el uso de conocimientos en una situación determinada (Suárez, 2008).

Por otro lado, las investigaciones que he realizado en 2006 y 2008 (Méndez, 2006, 2008) evidenciaron cómo estudiantes de la educación media superior construyen modelos matemáticos como herramientas de predicción que caracterizaron lo lineal y lo multilineal, en el desarrollo de herramientas y argumentos, así también se evidenció una evolución de prácticas al caracterizando lo lineal como una red de prácticas y herramientas de predicción.

Estas investigaciones, nos han llevado a formular que la modelación es una resignificación de conocimiento que teje redes de usos de conocimiento matemático y prácticas para caracterizar tipos de variación. Específicamente en este escrito nos proponemos dar un ejemplo del desarrollo de una red de usos de conocimiento matemático detonado por la modelación como generadora de conocimiento matemático y motor en la construcción de redes.

3. Una epistemología de prácticas para el desarrollo de una red de usos

Desde nuestra postura teórica, la socioepistemológica, podríamos decir que una epistemología de prácticas, no significa ignorar la epistemología del conocimiento matemático, sino ampliar la mirada en términos de estudiar las interacciones que originan la construcción del conocimiento en un contexto social donde intervienen, a saber, dimensiones cognitivas, didácticas y socioculturales, tal como mencionaron Cantoral y Farfán (2003) las investigaciones que toman esta postura generan líneas de investigación que “tratan con la articulación de la investigación y las prácticas sociales que dan vida a la matemática, por ejemplo de la variación y el cambio en los sistemas escolares*”* (p. 37).

Por ello postulamos una categoría de conocimiento matemático que articula los saberes matemáticos, acerca de lo lineal y lo cuadrático, mediante la identificación de tipos de variación. La intención es generar un rediseño para el discurso matemático escolar, que provoque un escenario para la construcción de una matemática escolar en dicho escenario.

La categoría de conocimiento que formulamos deviene articular otras (Arrieta, 2003; Cordero 1998, 2003; Suárez, 2008) que han evidenciado por separado, la construcción de conocimientos y el uso de ellos ante situaciones de transformación y predicción en el estudio de la variación. A continuación describimos brevemente, dichas categorías:

El comportamiento tendencial de las funciones (CTF), de acuerdo con Cordero, expresa:

> …el argumento que establece relación entre funciones y está compuesto de una colección coordinada de conceptos y se da en situaciones del Cálculo donde se discuten aspectos globales de variación. La gráfica de la función es un comportamiento que se mira en forma completa. No se percibe explícitamente un proceso previo a las gráficas, sino que la función y las gráficas se consideran las actividades por realizar. Esta categoría se convierte en un programa que organiza contenidos, conceptos e ideas (Cordero, 1998, p. 57 y 58).

Apostar a la CTF en diseños de situación provoca en los estudiantes la necesidad de observar comportamientos gráficos para determinar patrones tanto gráficos como analíticos en su variación global, la intención es comparar la forma con algún comportamiento previo para relacionarlas entre sí, o distinguir comportamientos. Los argumentos que se generan son resultados de la situación de movimiento, en donde emerge una justificación funcional[2].

Esta categoría reconoce a la graficación como un tipo de modelación que desarrolla el razonamiento y la argumentación, ello permite interpretar y predecir comportamientos gráficos mediante la comparación de otros. Otra categoría que potencializa nuestra articulación de saberes es la Modelación–Graficación (M-G).

La M-G representa un eje para desarrollar acciones en el sistema didáctico mediante diseño de situaciones de modelación del movimiento. Los elementos constitutivos de la categoría se basan en una hipótesis específica: La variación se resignifica a través de la modelación-graficación.

> Se plantea una situación de movimiento provocando que la variación expresada en las gráficas adquiera un sentido específico que no depende necesariamente de las propiedades analíticas de la función. De esta manera se establece un “uso de las gráficas” asociado a la función orgánica de la Figuración de las Cualidades, donde se construyen argumentos y se ponen en funcionamiento avanzando hacia justificaciones funcionales (Suárez, 2008, p. 15).

[2] Justificación funcional, se refiere a que los mecanismos de desarrollo del uso del conocimiento en la situación específica son funcionales como contraparte de una justificación razonada, es decir, lo que norma la justificación ni es una proposición lógica sino aquella que le es de utilidad a lo humano (Cordero y Flores, 2007)

Estas categorías dan elementos específicos del estudio de la variación, para identificar los usos de las gráficas en situaciones de modelación de movimiento, ello es un elemento que postulamos caracteriza los comportamientos mediante variaciones globales y locales, provocando una red de usos y su desarrollo mediante la confrontación.

Por otra parte la Numerización de los Fenómenos (Arriera, 2003) nos permite tener elementos para provocar construcciones que se generan en situaciones de experimentación, al hacer énfasis en la identificación de patrones de variación en tablas de datos obtenidas de situaciones de experimentación.

> Los trabajos de Newton, Wallis y Galileo, entre otros, nos muestran una práctica que sería central en las secuencias, a partir de la toma de datos de fenómenos construir modelos numéricos (tablas) encontrando patrones de comportamiento y prediciendo sobre los fenómenos, construir otros modelos, a partir de los datos, y establecer una coordinación entre estos y los fenómenos, sus parámetros y las formas de predicción con cada modelo. Le hemos llamado "la numerización de los fenómenos" a las prácticas de modelación que parten de la recolección de datos numéricos de un fenómeno para construir modelos numéricos y su uso se toma como central en la especulación matemática (Arrieta, 2003, p. 225).

La intención de articular las categorías es provocar un desarrollo de usos de conocimiento matemático y caracterizar comportamientos de variación, en el estudio de situaciones experimentales. El uso se expresa en formas; gráficas, numéricas y analíticas cuyo funcionamiento responde a una justificación funcional, expresada en los argumentos con respecto a la caracterización de los comportamientos en situaciones donde el eje es la modelación. Postulamos que nuestra nueva categoría es un complejo que entreteje prácticas con el desarrollo de usos de conocimientos matemáticos, permitiendo a un grupo humano construir su conocimiento, a la par que genera su identidad en la constitución de su comunidad de conocimiento.

Nuestra articulación de categorías de conocimiento explicará desarrollos de usos que suceden a la par de una evolución de prácticas a la luz de la confrontación de herramientas, argumentos y procedimiento matemáticos.

El eje se expresa en términos de la resignificación, los procedimientos y la experiencia que se viven por los participantes ante las situaciones que se plantean. La tabla siguiente muestra en síntesis dicho eje (ver Tabla 1).

Desarrollo de una red de usos de conocimientos matemáticos	**Situaciones de aproximación y transformación**
Resignificación	Lo lineal y lo cuadrático en la interpretación de formas: gráficas, tabulares o analíticas. Identificación de patrones de construcción y variación global-local.
Procedimientos	Variación en términos del estado final e inicial de un móvil. Mediante el estudio de razones de cambio se identifiquen tipos de variación y los efectos al cambiar las condiciones iniciales de la experimentación (variación de parámetros). El estudio de lo gráfica como un argumento de construcción y distinción.
La experiencia	La caracterización de comportamientos mediante aspectos gráficos y numéricos. La justificación funcional distingue lo que es lineal de lo que no es lineal.
Argumentación	**La modelación**

Tabla 1. Un desarrollo de usos de conocimiento matemático

La situaciones que rediseñamos (Méndez, 2008 y Arrieta, 2003) están basadas en la experimentación donde un grupo de estudiantes de bachillerato, a quienes hemos llamado el colectivo, son partícipes en las situaciones de predicción y transformación que se proponen en los diseños.

4. Una red de usos de conocimiento matemático

Grosso modo la tabla siguiente muestra el desarrollo de usos que se genera ante las situaciones antes descritas.

<table>
<tr><th colspan="3" rowspan="2">Desglose del uso de conocimiento matemático</th><th colspan="2">La elasticidad de los resortes</th><th rowspan="2">El plano inclinado</th></tr>
<tr><th>La elasticidad del resorte</th><th>La elasticidad de los resortes</th></tr>
<tr><td rowspan="6">Situación de predicción</td><td rowspan="3">Uso I</td><td>Funcionamiento I</td><td>Estudio de cambios en datos numéricos. Identificar patrones de construcción. Argumentación sobre la relación de las variables. Bosquejo de las rectas e identificación del espacio tridimensional.</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Forma I</td><td>Empleo de métodos de bisección, regla de tres, incrementos por unidad mínima.</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Desarrollo I</td><td colspan="3">Uso de las tablas y expresiones algebraicas, un acercamiento a la curva como herramienta de análisis global-puntual-cualidades de las gráficas</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Uso II</td><td>Funcionamiento II</td><td rowspan="2"></td><td>Se usan los funcionamientos previos, pero ahora se adecuan a dos variables que intervienen en el mismo experimento. Sucede un análisis de variaciones globales y locales para determinar una variación puntual. Se extiende el espacio a tres ejes.</td><td></td></tr>
<tr><td>Forma II</td><td>Tablas numéricas: caracterizar la relación entre los patrones de construcción. Gráficas: Variación global-local-puntual. Expresiones analíticas que expresan la variación lineal tomando par a par las variables.</td><td></td></tr>
<tr><td>Desarrollo II</td><td colspan="3">La gráfica como argumento que transita en la variación global y la variación puntual en la reversibilidad, los espacios como medios de relacionar los elementos determinantes de una situación, la expresión analítica como una herramienta de predicción “precisa”, es decir, se reconocen modelos que describen comportamientos.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Situación de transformación</td><td rowspan="3">Uso III</td><td>Funcionamiento III</td><td colspan="2" rowspan="2"></td><td>Las gráficas y tablas numéricas como herramientas de argumentación: estudio de la variación global, local y puntual, para caracterizar comportamientos y cambios en las condiciones de la experimentación</td></tr>
<tr><td>Forma III</td><td>La curva-variación global y tendencia, la gráfica y las tablas numéricas- variación local y puntual, para distinguir comportamientos.</td></tr>
<tr><td>Desarrollo III</td><td colspan="3">Una relación entre las potencialidades de la gráfica y la curva, identificación los patrones de construcción, las condiciones y la tendencia. Un primer acercamiento al comportamiento tendencial.</td></tr>
<tr><td colspan="3">La red de usos de conocimientos que se desarrolla.</td><td colspan="3">Las tablas, expresiones analíticas o algebraicas y las gráficas como herramientas de argumentación, análisis, predicción e identificación de variaciones.</td></tr>
</table>

Tabla 2. Un desarrollo de una red de usos

El desarrollo de la red de usos implica entre otros aspectos la emergencia de comunidades de conocimiento matemático, cuando los participantes adquieren un compromiso tanto con la situación como con ellos mismos, para abordar la situación que se les plantea.

Reflexionando sobre las premisas de nuestra investigación, la intención de dar una explicación sobre la construcción de conocimiento matemático mediante el desarrollo de una red de usos, no podríamos soslayar al colectivo que construye. Es decir, reconocemos que el colectivo esta permeado por prácticas que devienen de una institución escolar, del discurso matemático escolar (DME), de manera que debemos de tener presente que en la puesta en juego de nuestros diseños sucede una primera confrontación con las prácticas habituales del colectivo al bordar contenidos relacionados a la matemática, donde se da un proceso de negociación de prácticas, entre las habituales del DME y las provocadas por la categoría planteada.

Así también la comunidad de conocimiento caracteriza las construcciones, por ejemplo, estudiantes que cursan un bachillerato físico-matemático o un bachillerato en computación privilegian herramientas de predicciones algebraicas o tabulares, respectivamente, y sus argumentos son acordes a su bachillerato.

En nuestra investigación estamos reflexionando sobre la negociación de prácticas y la comunidad de conocimiento, como aspectos metodológicos que podrían explicar mejor las construcciones en el desarrollo de una red de usos de conocimiento matemático.

5. Referencias

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

Buendía, G. & Cordero, F. (2005). Prediction and the periodic aspect as generators of knowledge in a social practice framework. A socioepistemological study. *Educational Studies in Mathematics, 58* (3), 299-333.

Blum, W. & Borromeo, R. (2009). Mathematical Modelling: Can it be taught and learnt?. *Journal of mathematical modelling and application*, 1(1), 45-58.

Bosch, M., García, F., Gascón, J. y Ruíz, L. (2006). La modelización matemática y el problema de la articulación de la matemática escolar. Una propuesta desde la teoría antropológica de lo didáctico. *Educación Matemática, 8*(2), 37-74

Cantoral, R. y Farfán, R. (2003). La Matemática Educativa una visión de su evolución. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, 6*(11), 27–40.

Cantoral, R. y Méndez, M. (2009). Introducción al capítulo de aspectos socioepistemológicos en el análisis y el rediseño del discurso matemático escolar. En P. Lestón (Ed.): *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa, 22*, 1055-1060. México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.

Cordero, F. (1998). El entendimiento de algunas categorías del conocimiento del cálculo y análisis: el caso del comportamiento tendencial de las funciones. *Revista Latinoamericana de Matemática Educativa, 1*(1), 56-74.

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 una argumentación*. México: Grupo Editorial Iberoamérica.

Cordero, F. (2006b). La modellazione e la rappresentazione grafica nell'insegnamentoapprendimento della matematica. *La Matematica e la sua Didattica, 20*(1) 59–79.

Cordero, F. y Flores, R. (2007). El uso de las gráficas en el discurso matemático escolar. Un estudio socioepistemológico en el nivel básico a través de los libros de texto. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, 10*(1), 7-38.

Covián, O. (2005*). El papel del conocimiento matemático en la construcción de la vivienda: El caso de la Cultura Maya*. (Tesis no publicada de maestría). Departamento de Matemática Educativa del Cinvestav-IPN, México.

D´Ambrosio, U. (2009). Mathematical Modeling: Cognitive, Pedagogical, historical and political dimensions. Journal *of mathematical modelling and application*, *1* (1), 89-98.

Fernandes, L. y Oliveira, A. (2006). A teoria da complexidade e o ensino-aprendizagem de ciências e matemática via modelagem matemática. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática, 6*(1)*, 21*–29.

Méndez, M. (2006). *Las prácticas sociales de modelación multilineal; modelando un sistema de resortes*. (Tesis de Licenciatura). Unidad Académica de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Guerrero. México.

Méndez, M. (2008). *Un estudio de la evolución de la práctica: La experiencia de modelar linealmente situaciones análogas*. (Tesis de Maestría). Unidad Académica de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Guerrero. México.

Oliva, J. y Aragón, M. (2009). Contribución del aprendizaje con analogías al pensamiento modelizador de los alumnos en ciencias: marco teórico. *Enseñanza de las ciencias, 27*(2), 195-208.

Roht, W-M. (2002). Enseñar ciencia en y para la comunidad. *Enseñanza de las ciencias, 20*(2), 195-208.

Suárez, L. (2008). *Modelación-Graficación, una categoría para la matemática escolar. Resultado de un estudio socioepistemológico*. (Tesis inédita doctoral). Departamento de Matemática Educativa del Cinvestav-IPN, México.