

# LO QUE NORMA UNA INTEGRACIÓN TECNOLÓGICA EN UN AMBIENTE DE DIFUSIÓN DEL CONOCIMIENTO MATEMÁTICO



Eduardo Carlos Briceño Solís, Francisco Cordero Osorio

CINVESTAV-IPN. México

ebriceno@cinvestav.mx, fcordero@cinvestav.mx

## Resumen

El concepto de “aula tradicional” tiene que cambiar y evolucionar si queremos comprender la construcción social del conocimiento, por ello es necesario considerar un escenario donde la matemática no es el objeto de estudio, pero que sin embargo el conocimiento matemático subyace. Este documento se sitúa en uno de esos escenarios donde prevalece el uso del conocimiento en el cotidiano del individuo. Se presenta un primer diseño de actividades donde se confronta conocimientos cotidianos sobre la variación por medio de la tecnología. En el diseño tomar como análisis el constructo uso de la gráfica, nos ha provisto de elementos de construcción de conocimiento en dicho escenario, así como también nociones de integración de la tecnología al conocimiento del participante. De esta forma el uso de la gráfica es un constructo que robustecé el papel de la graficación como una práctica social normativa del conocimiento matemático.

## Palabras clave

integración, uso de la gráfica, cotidiano

## Introducción

El presente proyecto de investigación entre sus objetivos tiene la intención de robustecer el papel de las prácticas sociales como normativas del conocimiento matemático. Para ello les presentamos elementos importantes de estudio del proyecto mismo compuesto por: *el escenario, la matemática y la tecnología*, que se consideran en la aplicación de un primer diseño de actividades. A continuación describimos en qué sentido nos referimos a estos elementos.

- 1) *La matemática*. Este primer rubro está dirigido hacia la construcción de ideas variacionales por conducto de la práctica de modelación. Para ello optamos por la actividad humana para el desarrollo de un pensamiento reflexivo de sus prácticas, es decir, hacia el desarrollo del

pensamiento y lenguaje variacional (PyLV) que se integro y funcional a su conocimiento (Cantoral, 1998).

- 2) *La tecnología.* Un segundo elemento de estudio, es la tecnología hacia los procesos de construcción del conocimiento matemático. Se describe que para que la tecnología sea un factor en el conocimiento matemático, está se debe “integrar” al sujeto por un proceso dual de instrumentalización e instrumentación, de tal forma que entienda dicha tecnología y genere algún conocimiento matemático específico. Lo anterior responde a un marco denominado Génesis Instrumental.
- 3) *El escenario.* donde Un tercer rubro en la investigación es el escenario, y nos referimos a un escenario de difusión del conocimiento científico. El interés por este escenario es porque creemos en la existencia de conocimientos externos en un escenario escolar, lo cual no se le ha dado mucha importancia como objeto de estudio. Nos referimos al conocimiento que se construye en una realidad de la vida cotidiana (Luckmann & Berger, 2006).

Estos son tres elementos forman parte de nuestra investigación en el marco de la teoría socioepistemológica. Se presentan evidencias de un primer diseño de actividades aplicado en distintos escenarios de difusión del conocimiento, donde los participantes hacen uso de su conocimientos cotidianos para construir ideas variacionales. Por lo tanto reportamos algunas evidencias de ese conocimiento con la intención de resinificarlos en dicho escenario y a su vez la existencia de ciertos procesos de integración de la tecnología normada por la práctica social que ahí emerge. A continuación presentamos nuestra problemática, Marcos teóricos, Aspectos metodológicos, algunos resultados y conclusiones.

## Problemática

El estudio de la variación en DME<sup>1</sup> es casi nulo o ni siquiera existe en su enseñanza, ya que se privilegia el estudio de conceptos como: límite, derivada funciones entre otros que deben de

---

<sup>1</sup> Discurso matemático escolar

estar fuertemente estructurado al conocimiento del estudiante. Estos conceptos se encuentran en los libros de texto bajo procedimientos algorítmicos, algebraicos y gráficos, llevando a los estudiantes a memorizar dichos procedimientos para cierto tipo de problema. Bajo este aprendizaje se puede decir que se enseña bajo una matemática ya establecida hacia el uso directo de los conceptos matemáticos que hay que aprender para producir la actividad matemática. Estos han llevado a situar al pensamiento variacional limitado, ya que ni siquiera es el objeto de estudio, esto hace que muchos estudiantes no posean las estructuras y códigos variacionales para desarrollar un pensamiento y lenguaje variacional. Un ejemplo de esto es que dada la gráfica de una función (solo la gráfica) se les pide responder ¿dónde la tercera derivada es positiva ( )? Como no forma parte de su conocimiento en libros de texto ni el profesor lo ha enseñado, no hay los suficientes estructuras variacionales para responder a la pregunta, es mas hay una carencia de un desarrollo y lenguaje variacional (Pylvar). *En cuanto a la tecnología.* La integración tecnológica en el sistema escolar, es un tema de interés para la enseñanza de las matemáticas, se puede encontrar diversa literatura y propuestas donde se han obtenido ciertos avances (Artigue, 2002; Trouche, 2004; Guin y Trouche, 1999). Sin embargo, en el tema de la integración tecnológica se ha encontrado ciertas problemáticas inesperadas. Una de ellas es que el trabajo con la tecnología obedece a otro tipo de organización matemática<sup>2</sup>, lo que obstaculiza en muchos casos al entendimiento matemático del estudiante, al extrapolar sus técnicas a papel y lápiz en un ambiente tecnológico (Artigue, 2002). En ese sentido estas investigaciones intentan negociar la intervención del uso tecnológico hacia el conocimiento matemático del estudiante, transformando su potencial tecnológico, pero también entender sus limitaciones. Lo anterior es puede encontrada en Briceño (2008), donde se evidencia una carencia de integración tecnológica<sup>3</sup> basada en epistemología de conceptos. Esta problemático nos origino una pregunta de investigación *¿Qué es lo que norma una integración tecnológica en un escenario específico? y ¿Cómo usamos aquellos conocimientos del cotidiano para el*

---

<sup>2</sup> La manera de trabajar a papel y lápiz tiene una forma organizada de trabajo y la tecnología rompe esta forma de organización, por lo tanto surgen fenómenos.

<sup>3</sup> Existen más ejemplos de fenómenos encontrados con tecnología (Hitt ,(2003); Trouche, (2004); Artigue (2002); Defouad, (2000), Guin & Trouche (1999); Drivers (2000) con el uso tecnológico.

*desarrollo Pylvar?* Para contestarla tales preguntas nos situamos en dos marcos teóricos y la conexión de ambos que a continuación presentamos.

## El Marco Teórico

La tecnología de manera natural te lleva a realizar acciones que su vez muchas se convierten en técnicas ya establecidas para resolver una actividad matemática. Estas técnicas de manera natural obedecen a una economía de procedimientos, ya que uno puede apreciar sus procedimientos a lápiz y papel de una actividad matemática cosa que con la tecnología en muchos de los casos no es posible, porque llega al resultado de forma automática por la instrucción que el usuario está ejecutando. Tal potencial de la tecnología es una preocupación para investigadores por saber en qué forma esta economía afecta la parte conceptual del usuario, es decir, se aprenden técnicas con su uso pero en realidad cómo afecta al conocimiento. De estas reflexiones surge el término *integración* donde si queremos enlazar la técnica o acciones de la tecnología al conocimiento de quien lo ejecuta debemos hacer situaciones que desarrolle una *Génesis instrumental* (GI).

La palabra *integración* tiene un significado más profundo y un respaldo teórico complejo y actualmente en construcción. Grosso modo es una transformación del artefacto al instrumento, donde el término instrumento es un concepto producto de una construcción propia del usuario a través del proceso de *instrumentalización* e *instrumentación*.

La *instrumentalización* viene siendo las acciones que hace el usuario para ir reconociendo las funciones del artefacto mismo, es decir, va caracterizando sus acciones con la tecnología de lo que puede y no hacer. Estas primeras acciones se van consolidando en esquemas de uso, en acciones establecidas en la mente del usuario para una tarea específica, en ese sentido el usuario transforma el artefacto (Trouche, 2004). Pero la *instrumentalización* alimenta a otro tipo de esquema, es decir de todas las acciones de los esquemas de uso se establece una(s) acción(es) que podría decirse como más eficaces por la situación en que se encuentre. Estas acciones más eficaces con la actividad evolucionan y se consolidan en un *esquema de acción instrumentada* (Artigue, 2002), donde el usuario ya consolida una *técnica de acción*

*instrumentada* para la resolución de la actividad. A este último proceso se le denomina *instrumentación* donde la técnica establecida es producto de una construcción mental invariante del usuario con la tecnología para desarrollar y entender su actividad matemática (Trouche ,2004). De esta forma el usuario es transformado por el artefacto de un modo productivo al desarrollar la instrumentación. Estos esquemas, es lo que hace que el usuario en sus acciones convierta el artefacto en instrumento (Drivers, 2000), donde él lo ha construido e integrado la tecnología a su conocimiento. A menudo, este proceso requiere de tiempo y esfuerzo para entender la instrumentalización e instrumentación del artefacto, en donde la primera son esquemas de uso y la segunda esquemas de acción instrumentada (Guin y Trouche, 1999; Trouche, 2004). Para poder observar estos esquemas los autores propone como unidad de análisis los gestos (Son las acciones o actos impulsados por algo anímico (<http://www.wordreference.com/definicion/gesto>)) instrumentados que son las acciones que el usuario hace con el uso de tecnología en la situación en que se encuentre (Artigue, 2002; Drivers, 2000). Un gesto, son acciones que se van constituyendo en un conjunto de técnicas que puede llevar a varias funciones, en este caso las acciones que el usuario tiene con la tecnología se denomina gesto instrumentado (Artigue, 2002; Defouad, 2000; Trouche, 2004). De tal forma que estos gestos instrumentados generan primero esquemas de uso (instrumentalización), estos esquemas de uso guían a otro gesto instrumentado (digamos que eficaz) para poder dar una conjetura a la solución del problema y por lo tanto el esquema de uso se transforme en un esquema de acción instrumentada (instrumentación) donde este último gesto se convierte ya en un técnica instrumentada para ese tipo de tarea específica (ver figura 1).

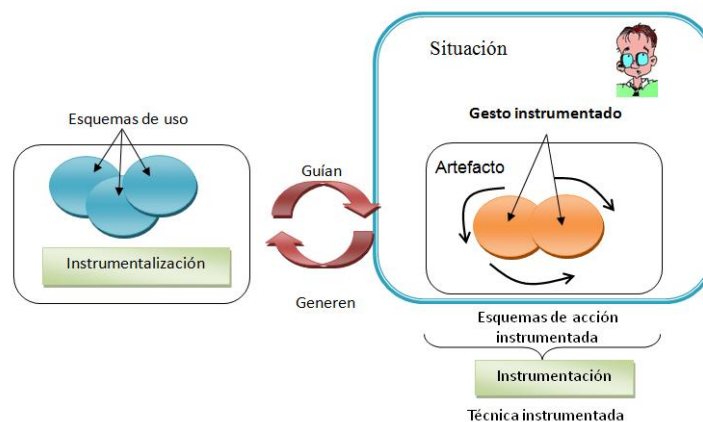


Figura 1

## La Teoría Socioepistemológica

En la Teoría Socioepistemológica (TS), es la disciplina que estudia los “usos” del conocimiento en situaciones específicas, estos usos consideran a las prácticas sociales como un concepto que se está construyendo y que reivindica el trabajo del humano en las explicaciones de la construcción del conocimiento. De esta forma, la práctica social, constituye un medio para estudiar el conocimiento matemático escolar, ya que señala otras dimensiones que nos son explícitas de la actividad matemática anclada a los conceptos, como son las prácticas en lo social y las argumentaciones en lo situacional (Cordero y Buendía, 2005). Con esta perspectiva se plantea nuestra investigación, donde tratamos a la graficación como una práctica social y lo vemos a través del análisis del *uso de la gráfica*. Se concibe al término *uso de las gráficas* ya tiene un estatus considerable como un constructo que lleva a argumentaciones del cálculo en situaciones específicas (Cen, 2006, Lara, 2007; Solís, 2000; Domínguez, 2004; Rosado, 2004; Cordero, 2008). Estas argumentaciones del uso de la gráfica se encuentra en otros dominios científicos donde adquiere significado como en la ingeniería (Parra, 2008), o por medio de los recursos tecnológicos (Suarez, 2008; Briceño, 2008). Las investigaciones anteriores ha brindado ciertas categorías de uso que se resignifica en la vivencia escolar y que no son explícitas por la centración de ver la gráfica como algo que se usa para rendir cuenta del concepto de función. Este uso tiene un desarrollo, a través del funcionamiento y las formas de las gráficas es decir: al manifestarse un uso de un conocimiento A en una situación específica, el uso provino de otro uso de un conocimiento B: el funcionamiento y la forma debaten (uso del conocimiento B) para que surja un nuevo funcionamiento y una nueva forma (uso del conocimiento A) (Cordero y Flores, 2007). Entonces se detectan funcionamientos y formas del *uso de las gráficas* que llevan al estudiante construir cierto conocimiento matemático donde se resignifica en la propia organización de los participantes que ahí intervienen. Así tal estatus del uso de la gráfica formular epistemologías donde la graficación es apreciada como una *práctica social* que genera conocimiento del Cálculo (Cordero, 2001 y 2003). Tal estatus coloca al *uso de la gráfica* como un constructo que puede llevar a cabo múltiples realizaciones y hacer ajustes en su estructura para producir un patrón deseable, donde la graficación es un medio que soporta el desarrollo del razonamiento y de la argumentación. Así la investigación, propone estudiar el uso de la tecnología escolar con la conveniencia de caracterizarlo a través del *uso de la gráfica* en una

situación de modelación del movimiento. De esta manera se integran ambos marcos para responder a la pregunta de investigación de la función que tiene el “*uso de las gráficas*” como normativa de una integración tecnológica en situaciones bajo una epistemología de prácticas.

### **El aspecto a considerar “El escenario”**

El escenario el cual se aplicó el diseño, es un escenario de difusión del conocimiento científico, siendo una de las premisas de la TS encontrar mecanismos de construcción social del conocimiento matemático y estudiar los usos del conocimiento, nos parece importante caracterizar este escenario en función del conocimiento cotidiano. Por ello importa a la TS afectar ese conocimiento resignificándolo hacia una matemática que sea funcional al estudiante. Una característica del cotidiano es que se generan un mantenimiento de rutinas (Berger y Luckmann, 2006), pero que estas a su vez evoluciona al enfrentar una crisis, por lo que tiene que haber un rediseño de la rutina para el surgimiento de una nueva, motivadas por las crisis que se generen. Las rutinas son importantes en la vida cotidiana ya que lleva a la sensación de permanencia de actuar con nuestros semejantes, así como tener la sensación de un mundo en común y socialmente compartido que garantiza la continuidad de como conocemos nuestra vida. La vida cotidiana confluyen de manera dialéctica la permanencia y el cambio, la rutina y la crisis: al mismo tiempo que la vida cotidiana se caracteriza por la reproducción de las estructuras sociales a través de la rutina, genera las posibilidades y los espacios de transformación de las mismas.

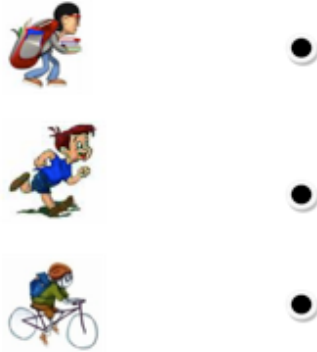
### **Metodología**

Para el diseño se elaboró una serie de actividades dirigida a niño(a)s para su aplicación, en un escenario de difusión del conocimiento. Siendo el escenario libre, los participantes fueron variados desde nivel básico, bachillerato y hasta adultos. La tecnología que se utilizó fueron calculadoras graficadoras y sensores de movimiento. A continuación se describen las escenas de las actividades:

En una primera escena se les pide a los participantes su creencia acerca del movimiento de tres personajes con características particulares de movimiento como se muestra en figura:



### Escena 1 Creencia acerca del movimiento



Actividad 1. ¿Dibuja el movimiento de Luis, Alex y David, si se mueven hacia un mismo punto, adonde al llegar se detiene 2 segundos y luego regresan?

Posteriormente se realiza una discusión grupal de los dibujos que realizaron.

### Escena 2: Modelación de movimiento

Se presenta la tecnología a trabajar (calculadora gráfica y sensor de movimiento) y se explica su funcionamiento, posteriormente se escoge un niño al azar y se le indica hacer el movimiento de un punto  $P_1$  a  $P_2$  como se muestra en la figura 2. Se les indica a los participantes que deben de estar en una posición de espalda al sensor y caminar en línea recta.

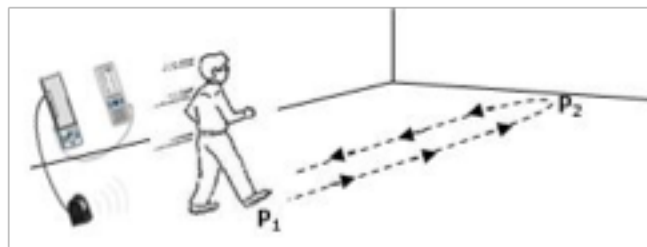



Figura 2. Indicación del movimiento con la tecnología

### Escena 3

Después de haber simulado el movimiento anterior se les hace ver que la gráfica del movimiento que se obtuvo tiene el parecido a una montaña (ver figura 3a). Entonces se les



pregunta ¿cómo se tendrían que mover ahora para que con el uso tecnológico dibuje una montaña más alta? (ver figura 3b).

	
Figura 3a. Montaña generada por la primera modelación	Figura 3b. Reto de generar esta Montaña con el movimiento

Con base a sus respuestas anteriores de cómo moverse se pasa al participante a modelar sus acepciones de cómo moverse para generar la montaña de la figura 3b. Después de la modelación y las discusiones con los participantes, se les propone modelar una tercera montaña y se les pregunta acerca del tipo de movimiento de A a B y de B a C.

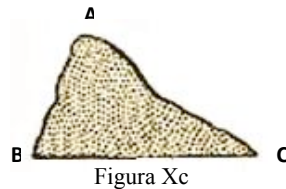


Figura 4 tercera modelación de la montaña

### Discusión

La actividad de la escena 1, tiene la intención de ver la creencia acerca de la variación del movimiento. El resultado fueron dibujos de trayectorias acerca del cambio de movimiento, es la rutina que prevalece en el cotidiano presento algunas de estas creencias de niño(a)s. Se les cuestionaba a la reflexión del porque en sus dibujos hay diferencia de trayectorias por el tipo de movimiento. Sus respuestas estuvieron influenciadas que mientras menos líneas responde a más velocidad (Columna A de la tabla), u otras afirmaciones que dicen que mientras menos ondulaciones tenga es mayor velocidad (columna B de la tabla)

A	B

Tabla 1. Algunas creencias de niño(a)s de la variación del movimiento

Escena 2. Se modela el movimiento de los personajes de la escena 1 y se discuten ideas variacionales con los estudiantes al hacer un uso de la gráfica que lo lleva a ciertos funcionamientos. En la escena 3, después de haber modelado reconocen que la gráfica generada por el sensor es parecida a una montaña. Se les pide que responda como debería ser el movimiento de los participantes para generar una gráfica de la figura 3b.

Los argumentos en la mayoría fueron los siguientes:

- Caminar más rápido, Correr más fuerte, Corro rápido para que la montaña sea más rápido, Muy rápido en poco tiempo, Movimiento recto una mayor distancia a mayor velocidad.

En esa misma escena se les pregunto cómo tendrían que moverse para generar una montaña del la figura 2 sus argumentaciones fueron las siguientes:

De A a B	De B a C:
<ul style="list-style-type: none"> <li>- aumento la velocidad constante</li> <li>- Muy rápido</li> <li>- Mayor velocidad</li> <li>- Movimiento del cuerpo debe ser rápido</li> <li>- Un movimiento rápido en poco tiempo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminuir la velocidad, Lento</li> <li>- menor velocidad</li> <li>- El movimiento del cuerpo debe de ir disminuir poco a poco y <b>en un punto intermedio un poco más lento</b></li> <li>Caminar muy lento en mucho tiempo</li> <li>Un movimiento lento en mucho tiempo</li> <li>Caminar lento <b>pero en algún punto más lento</b></li> </ul>

Nos llama la atención la en sus argumentos que en un punto intermedio o en algún punto es más lento de la figura 4. Justamente argumentan esto por la inclinación de la montaña es decir están haciendo un uso de la gráfica para argumentos aspectos variacionales.

### Conclusiones

Los argumentos que se obtuvieron después de la modelación se aprecian que al hacer un uso de la gráfica ofrecen argumentos de sus comportamientos hacia aspectos variacionales. Los participantes por la forma de la curva en su lenguaje coloquial pueden identificar aspectos del movimiento de ida y regreso el cambio de movimiento (rápido, lento) y movimiento estático (ahí no hay movimiento está parado o no tardo nada) que tiene que ver con ideas variacionales como se muestra en la siguiente tabla.

Movimiento de ida	Regreso	Estático
		
Movimiento lento		Tarda mucho
		
Movimiento Rápido		Tarda poco
		No tardo nada
		

Tabla 2. Argumentos de los participantes de la variación por la forma de la curva

Un fenómeno que se encontró en los resultados es que los participantes al explicar las gráficas generadas por la modelación del movimiento parece ser que no están viendo la grafica sino la trayectoria. Es decir en la figura posterior están viendo tres puntos de posición ( $P_1, P_2$  y  $P_3$ ) y no dos puntos de posición ( $P_1$  y  $P_2$ ), esto nos hace ver que siguen arraigados a su cotidiano que son las trayectorias y no así aprecian la distribución de distancias contra tiempo del sistema cartesiano.

## Fenómeno: Trayectoria

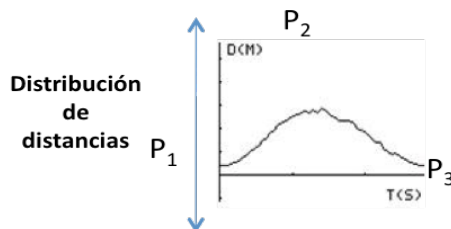


Figura 6 fenómenos de trayectorias en las graficas cartesianas

El diseño no proveyó de las creencias del cambio del movimiento en el cotidiano de los participantes, es decir, el sentido común que tiene sobre este fenómeno físico. La tecnología nos ayudo a poner en crisis estas rutinas de trayectorias al confrontarse con las gráficas cartesianas, donde los participantes en la situación tendrían que modificar esta creencia de la trayectoria en un sistema cartesiano. El movimiento fue la pauta para ir modificando esta rutina e ir variando el movimiento para producir un patrón deseable del comportamiento grafico. Los participantes pudieron aprender algunas acciones con relación de la tecnología donde van entendiendo su funcionamiento y construyendo esquemas de uso, como por ejemplo: entienden que el quedarse quieto genera una línea horizontal, o el no salirse del rango del sensor o que movimiento debe de hacer para que el sensor me produzca una curva deseada. Entonces se podría decir que hay síntomas de una génesis instrumental, pero en este primer diseño nos ha servido para un rediseño de actividades donde el participante integre la tecnología a su conocimiento variacional. El diseño se descentralizó en los conceptos matemáticos con el uso tecnológico hacia una epistemología de práctica que rinda cuenta hacia comportamientos que modelan las gráficas en la situación para la construcción de conceptos de variación. Como propósitos de la investigación es el usar *las* trayectorias para resignificarlo hacia la conceptualización de la variación en el plano social y funcional, del conocimiento de su quehacer diario, así como obtener elementos de que le uso de la gráfica norma una integración tecnológica en la situación de modelación del movimiento.

## Referencias Bibliográficas

Artigue, M. (2002). Learning mathematics in a CAS environment: The genesis of a Reflection about instrumentation and the Dialectics between Technical and Conceptual Work. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 7(3), 245-274.

Berger, P. y Luckman, T. (2006). Los fundamentos del conocimiento en la vida cotidiana [Revisión del libro *La construcción social de la realidad*], *Sociología*, 20, 34-50

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

Briceño, E. (2008) *El uso de las gráficas desde una perspectiva instrumental. Un estudio socioepistemológico*. Tesis de Maestría no publicada, Cinvestav-IPN, México.

Cen, C., (2006). *Los funcionamientos y formas de las gráficas en los libros de texto: una práctica institucional en el bachillerato*. Tesis de Maestría no publicada, Cinvestav-IPN, México.

Cordero, F. (2003). *Reconstrucción de significados del Cálculo Integral. La noción de acumulación como una argumentación*. México: Grupo Editorial Iberoamérica.

Cordero, F. (2008). El uso de las gráficas en el discurso del cálculo escolar. Una visión socioepistemológica. En Cantoral, R., Oncovían, Ol.; Farfán, R.M., Lezama, J., Romo. (Eds.) *Investigaciones sobre enseñanza y aprendizaje de las matemáticas: Un reporte Iberoamericano*. Reverté-Comité Latinoamericano de Matemática Educativa. A. C. 265-286.

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.

Cantoral, R. (1998). Pensamiento y lenguaje variacional en la introducción al análisis. *Epsilon. Sociedad Thales*, España. Núm. 42, Vol. 14(3), 353 – 369.

Domínguez, I. (2003). *La resignificación de lo asintótico en una aproximación socioepistemológica*. Tesis de Maestría no publicada, Cinvestav-IPN, México.

Drijvers P. (2000). Students encountering obstacles using CAS. *The International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 5/3, 189-209.

Defouad, B. (2000) *Etude de genese instrumentals liees a l'utilisation d'une calculatrice symbolique en classe de premiere* These de doctorat, Universite Paris 7 France.

Guin D. & Trouche L. (1999). The Complex Process of Converting Tools into Mathematical Instruments. The Case of Calculators. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*. 3 (3), 195-227.

Lara M. (2007). *Categorías de Uso de Gráficas en libros de texto de Mecánica de Fluidos*. Tesis de Maestría no publicada, Cinvestav-IPN, México.

Parra, T. (2008). *El uso de las gráficas en la mecánica de fluidos. El caso de la derivada* Tesis de Maestría no publicada, Cinvestav-IPN, México.

Rosado, P. (2004). *Una resignificación de la derivada. El caso de la linealidad del polinomio en la aproximación socioepistemológica*. Tesis de maestría no publicada, Cinvestav-IPN, México.

Suárez, L. (2008) *Modelación – Graficación, Una Categoría para la Matemática Escolar. Resultados de un Estudio Socioepistemológico*. Tesis doctoral en no publicada, Cinvestav-IPN, México.

Trouche, L. (2004): Managing the Complexity of Human/Machine Interactions in Computerized Learning Environments: Guiding Student's Command Process Through Instrumental Orchestrations, *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 9(3), 281-307.