

## EL USO DE LA GRÁFICA HACIA UNA AMPLIACIÓN CON LA INTEGRACIÓN DE LA TECNOLÓGICA ESCOLAR



Eduardo Carlos Briceño Solís, Francisco Cordero Osorio  
ebriceno@cinvestav.mx, fcordero@cinvestav.mx  
CINVESTAV IPN  
Reporte de Investigación  
Superior

### Resumen

El rol de la tecnología escolar en los procesos de aprendizaje y enseñanza de las matemáticas tiene una diversidad de posturas en cuanto a investigación se refiere. Dos posturas representativas son: las dirigidas en el desarrollo de habilidades por medio de representaciones del objeto matemático o hacia procesos de integración de la tecnología escolar, al conocimiento matemático del estudiante. A esta última postura se ubica la siguiente investigación, mediante un estudio del uso del conocimiento se muestra ciertos procesos de integración de cierta tecnología escolar, al conocimiento del estudiante. La modelación es un medio en la investigación que sumado con la graficación tiene su identidad desde el marco de la Teoría Socioepistemológica.

**Palabras clave:** *Tecnología escolar, modelación, integración, conocimiento*

### 1. Introducción

Actualmente la tecnología escolar es una herramienta importante en los procesos de aprendizaje de las matemáticas. Según la NCTM, el uso de calculadoras promueve en los estudiantes, el desarrollo de habilidades para realizar estimaciones tanto numéricas como gráficas, así como la capacidad de establecer si una solución es razonable (NCTM, 2008). Lamentablemente, estos procesos de aprendizaje están integrados de manera parcial al sistema educativo, ya que pasan a ser un cuerpo de conocimiento externo, donde eventualmente los profesores y estudiantes, hacen uso de éste y al hacerlo construyen conocimiento que no necesariamente forma parte de su enseñanza. Por lo tanto, se requiere de una intensa negociación para ser incorporada intencionalmente al sistema educativo (Cordero, 2008).

Existen investigaciones que no solo estudian el desarrollo de habilidades con el uso de tecnología escolar, sino su integración al conocimiento matemático del estudiante (Rabardel 1999; Artigue, 2002). Tal concepto de integración, se refiere a la construcción que hace un estudiante del artefacto a un instrumento para generar cierto conocimiento matemático.

Tal postura nos ha motivado a investigar *¿Cuáles son los procesos de integración de la tecnología escolar en la construcción del conocimiento matemático? y ¿qué es lo que norma tal integración?* La Teoría Socioepistemológica puede ayudarnos al respecto, ya que nos brinda una visión de lo que norma la construcción del conocimiento matemático mediante estudios del uso del conocimiento. Con tal teoría tomamos como unidad de análisis el *uso de las gráficas*, como el recurso para poder identificar como ésta guarda una relación con la tecnología escolar de tal forma que el estudiante construye esta tecnología escolar como un instrumento para generar cierto conocimiento matemático. De esta forma la investigación pretende proporcionar indicadores situacionales de cierto proceso de integración de la tecnología escolar en la construcción del conocimiento matemático. A continuación se describe la problemática, la

pregunta de investigación, el objetivo, la puesta en escena de un diseño de modelación del movimiento y el marco teórico en cuestión.

## 2. Problemática

La problemática que consideramos en la investigación tiene que ver con la funcionalidad del uso tecnológico escolar en la construcción del conocimiento matemático. Cuando se revisan teorías educativas como por ejemplo: constructivismo, conductismo, teoría de los campos conceptuales, teoría de las situaciones didácticas, entre otras, se percibe que parecen resultar insuficientes cuando se desea analizar con precisión, ¿cuál fue el impacto que se le puede adjudicar a la tecnología en función que de lo que aprendieron los estudiantes? (Ballesteros, 2007). Se ha encontrado algunos factores que influyen en tal impacto de forma negativa como usos inadecuados (Kutzler, 2003), el no considerar las limitaciones y potencialidades como elementos que afectan al conocimiento del estudiante (Artigue, 2002) y la complejidades inesperadas que brinda el aspecto gráfico de la calculadora (Trouche, 2005).

A continuación se brinda un ejemplo, con la finalidad de ganar precisión de la problemática. Trouche (2005) reporta el trabajo de un grupo de estudiantes de nivel bachillerato, sobre el estudio del comportamiento gráfico de la función  $f(x) = ax^2 + bx + c$  al variar  $a$ ,  $b$  y  $c$ . El objetivo es tener un conocimiento de los parámetros  $a$ ,  $b$  y  $c$ , con relación a su gráfica. La actividad se trabajó, en la manipulación y observación del desplazamiento de  $f(x)$  por medio de la calculadora TI-82, al variar sus coeficientes.

Se preguntó a los estudiantes ¿cómo varía el coeficiente  $c$  con relación a las gráficas? Sintomáticamente la mayoría de los estudiantes respondió lo siguiente:

*Cuando  $c$  es positivo la parábola asciende, cuando  $c$  es negativo la parábola desciende.*

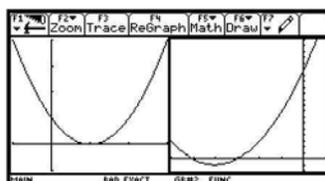


Figura 1. Gráficas de  $f(x)$  al variar sus parámetros (Tomada de Trouche, 2005)

La dificultad radicó, al momento que el profesor solicita el signo del coeficiente  $c$  para las siguientes parábolas (Figura 1). Los estudiantes responde que  $c = 0$  para la parábola de la izquierda (el vértice de la parábola está sobre el eje de las  $x$ ) y  $c < 0$  para la parábola de la derecha (el vértice de la parábola está debajo del eje de las abscisas).

Trouche nos indica que este es un patrón de respuesta de los estudiantes, ponen atención al vértice de la parábola y no en sí a la ordenada en el origen. Este es un ejemplo de cómo la tecnología escolar influye en el conocimiento matemático del estudiante, donde por medio de la gráfica se quiere dar sentido a la variación de parámetros de la función cuadrática, esto manipulando algunos comandos de la calculadora. Percibimos que la gráfica juega un papel de representación de la función cuadrática donde el estudiante construye significados de los parámetros para lograr este aprendizaje. Sin embargo sus respuestas de alguna manera se relacionan con su experiencia escolar, ya que la gráfica es un medio solo para justificar con su

función y no un elemento que le permita argumentar comportamientos gráficos con relación a los parámetros de la función. Se puede encontrar otros ejemplos de fenómenos y dificultades detectados en Trouche, (2004); Defouad, (2000); y Artigue (2002). Estos trabajos han contribuido en avances para que el estudiante adquiera habilidades con el uso tecnológico, así como también indicadores para integrar la tecnología a los procesos de aprendizaje de las matemáticas. Sin duda responde a construcciones del conocimiento matemático y a cierta justificación del uso tecnológico por la influencia del marco teórico. Pero para los propósitos de esta investigación el punto no está en lo que se construye como conocimiento matemático, sí no en cómo se usa un conocimiento matemático que llevan a ciertas construcciones.

Tal cambio de paradigma adquiere relevancia sobre las prácticas, los contextos y las interacciones entre los sujetos para identificar aquellos *usos* del conocimiento que se resignifican. Todo ello conlleva preguntarse bajo nuestra postura ¿qué significa la integración de la tecnología escolar al conocimiento? y la relevancia ¿qué es lo que hace que suceda tal integración? Para llevar a cabo nuestro planteamiento hemos optado por la modelación en situaciones de movimiento por medio de sensores, que junto a la graficación se pretende que el estudiante explique y argumente ciertos conocimiento matemático por medio hacer uso de dicho conocimiento, en específico en hacer *uso de la gráfica*. Para explicar estos elementos teóricos nos apoyamos de la teoría Socioepistemológica como aquella que pone en el centro el estudio de las prácticas sociales que norman la construcción del conocimiento.

### 3. Marco teórico

La Socioepistemología es el marco que tomamos para respaldar nuestra pregunta de investigación y problemática, ya que desarrolla un marco de usos del conocimiento ante una práctica que la respalda. La relevancia de estudios del *uso* del conocimiento es su desarrollo donde se evidencia por medio de su funcionamiento y forma. El funcionamiento son las acciones, explicaciones, argumentaciones que llevan a formas de pensar cuando estás haciendo uso de cierto conocimiento, ante esto debe de existir algo que está llevando este funcionamiento y le denominamos la forma (Cordero y Flores, 2007; Cen, Cordero y Suarez, 2010). Aquí entra la parte interesante del uso en diseños de situaciones, la forma son esas clases de actividades, tareas problemas que tiene una cierta intencionalidad en el diseño, esa intencionalidad hace que se desarrolle un cierto uso de conocimiento para que el estudiante argumente explique y conjeture ese conocimiento hasta resignificarlo. De esta manera el conocimiento ha sido parte de él, como si fuera un órgano del cuerpo humano que ante situaciones él pueda usar y desarrollarlo, en ese sentido nos referimos que el estudiante está en la funcionalidad del conocimiento matemático.

Lo anterior descrito es un cambio de paradigma en la construcción del conocimiento, provocando intencionalmente otra naturaleza de construcción del desarrollo del uso del conocimiento matemático por medio de las prácticas. A lo anterior es a lo que la Socioepistemología le denomina Práctica Social. De esta manera en la explicaciones de la construcción del conocimiento matemático pone en el centro de discusión, más que a los conceptos en sí, como ha sido usual en la literatura contemporánea, a las prácticas sociales asociadas a la construcción de dichos conceptos (Cantoral, 2006). Esto constituye un medio para estudiar el conocimiento matemático, ya que señala otras dimensiones que no son explícitas de la actividad matemática anclada en los conceptos como son: las prácticas en lo social y las argumentaciones en lo situacional (Buendía y Cordero, 2005).

Para dar evidencias del uso del conocimiento, se tiene como especificidad el análisis del *uso de la gráfica*, ya que han logrado explicar ciertas construcciones del conocimiento matemático. A continuación describimos su estatus epistemológico.

### ***Epistemología del uso de las gráficas***

El estudio del uso de las gráficas, ha llevado a construir marcos de referencia donde la gráfica no sólo es vista para representar el concepto de función, sino como el medio de análisis para dar evidencia de la funcionalidad del conocimiento matemático (Cordero, 2008). No se niega con esto a la gráfica como algo que ayuda al desarrollo del concepto de función, pero más nos interesa concebirla como un conocimiento en sí mismo en el desarrollo de sus funcionamientos y de sus formas. Un ejemplo del funcionamiento y forma podemos encontrar en la obra de Oresme (1379) reportada en (Cordero, 2008 y Suarez, 2008), donde por medio del uso de figuras geométricas se representó la cualidad del movimiento en aquella época. Por ejemplo, la forma de un rectángulo representará una cualidad que no varía, un triángulo representa la cualidad de una variación uniforme y otra figura sobre la misma línea con un contorno distinto representará una variación no uniforme (Figura 2).

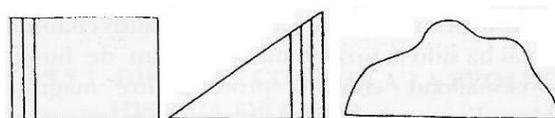


Figura 2. Figuración de las Cualidades

La manera de presentar el movimiento, proporcionó una explicación del uso de la matemática para abordar situaciones de cambio y variación. Suarez (2008) caracterizó este uso de las figuras geométricas. Formuló la forma (la figura geométrica), lo que llevó al funcionamiento de la figuración de la cualidad del movimiento, para conformar elementos epistemológicos sobre el uso de las gráficas en situaciones de modelación del movimiento.

Con tal base epistemológica la autora formula un nuevo estatus para la modelación y graficación, un estatus que orienta a construcciones del conocimiento más que adquisición de habilidades o actividades. De esta forma se creó una categoría de modelación-graficación que manifiesta la resignificación de la variación en situaciones de modelación del movimiento. El estudio mismo está proveyendo indicadores, por una parte, para desarrollar situaciones didácticas donde la graficación son argumentaciones del Cálculo (Cordero, 2006).

## **4. Método**

Con la intención de satisfacer los propósitos y pregunta de investigación, se propone la implementación de una situación de modelación del movimiento de una persona. Tal situación tiene la intención de que los participantes usen las gráficas para el desarrollo de la variación, pero que aunado a esto se pretende encontrar ciertos elementos de como el *uso de la gráfica* convierte a la calculadora en un instrumento para argumentar comportamientos gráficos que tiene que ver con los parámetros de una función cuadrática. La puesta en escena se llevó a cabo en un escenario de difusión mediante la creación de un taller de modelación del movimiento denominado “Construya su Montaña”. La tecnología que se usó, fueron sensores de movimiento y calculadora en gráficas distancia/tiempo. Los datos que presentamos están conformado por niños de nivel básico de 9-11 años, provenientes de la delegación Gustavo A. Madero. Se describen las etapas del diseño a continuación

***Etapas del diseño***

Etapa I. Sentido común. En esta etapa se pretende que los niños expresen su sentido común acerca del movimiento con lápiz y papel.

Etapa II. Construcción de argumentos y elementos de funcionamiento y forma. En esta etapa, se pretende que los niños con el uso tecnológico escolar, argumenten sobre las gráficas generadas por su movimiento.

Etapa III. Hacia el uso de la gráfica como un instrumento. Este momento tiene el propósito de hacer que el participante use la gráfica para como argumento para situaciones de variación y explicar una situación de movimiento de un persona.

***La dinámica de trabajo***

La dinámica que se llevó a cabo, tiene las siguientes secuencias:

|           |                  |  |
|-----------|------------------|--|
| Etapa I   | Simulación       | Se forman equipos para la toma de decisiones del dibujo de una situación de movimiento.                                      |
|           | Discusión grupal | Concluido sus dibujos del movimiento, se propone que expliquen sus bosquejos en equipo.                                      |
| Etapa II  | Modelación       | Se solicita a los niños, realizar la modelación del movimiento con tecnología.   |
|           | Discusión grupal | Se realiza nuevamente una puesta en común entre todos, con el objetivo de discutir las gráficas generadas con la tecnología. |
| Etapa III | Modelación       | Se propone modelar otra situación de movimiento, no sin antes preguntar sobre cómo deben moverse.                            |

La forma de analizar las explicaciones o argumentos de los niños para caracterizar el uso de gráficas que hacen en la modelación, se toman elementos de análisis de los funcionamientos y formas de la gráfica, esto por medio de los significados que expresen los estudiantes, los procedimientos que permiten la manipulación de esos significados, los procesos objetos que construyen y los argumentos<sup>1</sup> que genera el estudiante al realizar tareas asociadas a estos significados (Cordero, 2001). Estos elementos nos han servido como marcos de referencias para describir ciertas construcciones del uso del conocimiento matemático.

**5. Resultados**

Se presenta los argumentos que los niños expresaron en la modelación del movimiento de una persona. Mostramos los resultados a partir de la etapa II ya que es a partir de él donde se hace uso del recurso tecnológico. Se pretende con ello evidenciar los funcionamientos y formas del uso de la gráfica en los niños, y de qué forma este uso se construye como el instrumento en la tecnología para argumentar situaciones de variación. Etapa II. Modelación. Se proporciona a los niños la tecnología escolar y se les solicita que realicen el movimiento de un lugar a otro para luego regresar al lugar de inicio (Ver figura 3a). Las niñas modelan y se asombran de la gráfica obtenida, lo que relaciona su parecido a la de una montaña.

<sup>1</sup> El argumento es entendido como el eje de construcción de significados, procedimientos y procesos objetos.

9. Tecnologías para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas

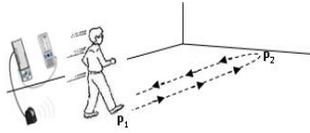


Figura 3a. indicación del movimiento



Figura 3b. Montaña 1

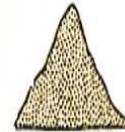
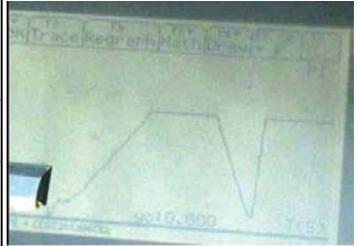


Figura 3c. Montaña 2

Posteriormente se les presenta dos figuras de montaña (Ver figura 3b y 3c) y se les solicita que traten de modelar la montaña 1 y posteriormente la montaña 2 con el sensor de movimiento. A continuación se presenta extractos de interacción de los niños con el tallerista, las palabras entre corchete, [], significa interpretaciones del investigador.

| Tabla 1. Una niña camina con una velocidad constante en línea recta, sus pasos son normales hasta llegar al otro extremo, luego ella regresa un poco más rápido y al llegar cerca del sensor se hace a un lado.   |   |
|---|---|
| <p>Se hace preguntas sobre las inclinaciones de las curvas en la gráfica:<br/>                     Tallerista: ¿qué diferencias hay entre está [señala la parte de la gráfica con pendiente positiva] y está? [Señala la parte de la gráfica donde la pendiente es negativa].<br/>                     Niño1: que una está más inclinada, que una está así [Señala una inclinación con la mano] y está, está más parada. [A esta última frase, ella señala la parte de la gráfica con pendiente negativa y con la mano hace una inclinación más elevada a la anterior]<br/>                     Profesor: ¿qué significa esta línea? [Refiriéndose al máximo curva]<br/>                     Todas: que ahí se detuvo.<br/>                     4. Niña2: Mira camino, se detuvo allá y después corrió [apunta hacia la parte horizontal de la gráfica y enseguida mueve su mano simulando un movimiento rápido refiriéndose a la curva con inclinación negativa]</p> |  <p>Gráfica generada por la niña</p> |

Después de la actividad, se pregunta a los niños cómo tendrían que moverse para la segunda montaña (figura 3c), lo cual se responde a un movimiento rápido, que se debe brincar, correr rápido y agacharse. Finalmente se llega al consenso de que se debe de hacer un movimiento rápido. Se presenta las discusiones en la tabla 1.

| Tabla 2. Pasa un niño, corre, llega hasta el final de ida y rápidamente se da la vuelta para regresar corriendo.  |  |
|---|--|
| <p>3. Todos: ¡Uy! sí la hizo<br/>                     4. Tallerista: está como ven, es muy alta. Aquí ¿Qué paso? [señala el máximo de la gráfica]<br/>                     5. Niña: Siiiiiii ¡pero! Paro muy poquito [se refiere al máximo]<br/>                     6. Sr. M: ¿Cuánto tiempo paro?<br/>                     7. Niña 2: Paro muy poquito<br/>                     8. Tallerista: ¿muy poquito? Y en la anterior ¿cuánto tiempo fue?<br/>                     9. Niña: Paraban más</p> |  <p>Ilustración</p> |

Esta etapa la mayoría de los niños logran asociar el movimiento, distancia y tiempo con la gráfica, le están dando a estas variables un sentido, de acuerdo a la forma de la curva (líneas 3, tabla 3), así cuando no ha movimiento (línea 5, tabla 2).

9. Tecnologías para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas

Etapa III. Con base a las respuestas de la etapa II, se propone a los niños modelar la montaña de la figura 6. Pero antes de la modelación, se hace la siguiente pregunta ¿Cuál debería ser el tipo de movimiento de A a B y de B a C? Se muestran dos respuestas representativas en las niñas en la siguiente tabla:

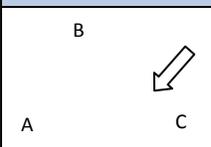
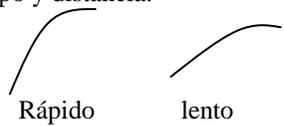
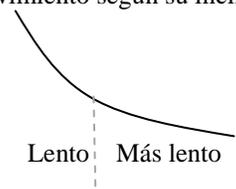
|   |  |  |
|---|--|--|
|   | ¿Qué movimiento deben de hacer de A a B  | Evidencia  |
|  <p>Figura 4 Montaña 3</p> | <p>Niño:<br/>De A a B el movimiento de cuerpo debe de ser rápido.<br/><br/>Muy rápido en poco tiempo</p>                               | <p>¿Qué movimiento deben de hacer de A a B?<br/>De A a B el movimiento del cuerpo debe ser rápido</p>  |
|   | ¿Qué movimiento deben de hacer de B a C?   | Evidencia  |
|   | <p>Niño: De B a C el movimiento del cuerpo debe de disminuir poco a poco, pero en un punto intermedio disminuye un poco más rápido</p> | <p>¿Qué movimiento deben de hacer de B a C?<br/>De B a C el movimiento del cuerpo debe disminuir poco a poco &amp; en un punto intermedio disminuir un poco más rápido</p> |

Tabla 3. Interpretaciones de niños sobre la modelación del movimiento

La explicación que nos llamó la atención, es la del movimiento de B a C, donde un grupo de niños menciona que en un punto intermedio del trayecto se debe caminar más lento. Según los datos, el niño se refiere al punto que se señala en la figura 4, lo que significa que le está dando sentido al cambio de curvatura. Explicamos estas interpretaciones a continuación. Los resultados que se identificaron son ciertos significados, procedimientos y proceso-objeto en las etapas II y III. El uso de la gráfica orientó a un conocimiento sobre la variación al modelar el movimiento, el funcionamiento de la gráfica conllevó verla como una cualidad en su curva que rige el comportamiento del movimiento y la forma son las preguntas y retos de la actividad para modelar. Este funcionamiento y forma generó significados por medio de la inclinación de la curva, con procedimientos de hacer movimientos rápidos, lentos, brincar, lo que obligó concebir a la curva como una cualidad de instruir un comportamiento (proceso-objeto) como se muestra en la siguiente tabla:

| Elementos de funcionamiento y forma del uso de las gráficas |  |  |
|---|--|--|
|   | Etapa II   | Etapa III  |
|   | <p>Forma: Gráficas de movimiento<br/>Funcionamiento: Cualidad a la curva.</p>  | <p>Forma: Gráficas de movimiento<br/>Funcionamiento: Cualidad a la curva</p>   |
| Significados  | <p>-La curva según su inclinación, indica el tipo de movimiento.<br/>-Empiezan a tomar en cuenta otras variables como: tiempo y distancia.</p>  <p>-Línea horizontal movimiento constante (no hay movimiento)</p> | <p>La curva adquiere sentido de cambio de movimiento según su inclinación.</p>  |

|                |  |  |
|----------------|--|--|
| Procedimientos | -Hacer movimientos rápidos lentos en línea recta, detenerse, brincar y agacharse.<br>-Colocarse a cierta distancia del sensor antes de iniciar el movimiento | Inicios con movimientos lentos y después de un tiempo, el movimiento más lento |
| Proceso-Objeto | La curva como una instrucción que organiza comportamientos   |  |
| Argumentos     | Modelación y Graficación   |  |

Tabla 4. Elementos de funcionamiento y forma

## 6. Conclusiones

Los resultados que obtuvimos a través de la modelación son favorables hacia los planteamientos de la investigación. La modelación-graficación motivó a los niños hacer múltiples realizaciones para generar un gráfica deseada, además de que empiezan a identificar ciertos patrones de movimiento con relación a la gráfica. Los niños ven formas en la gráfica, leen algo de ella, lo que los llevó a ciertos argumentos.

La tabla 6, describe los funcionamientos y formas del uso de la gráfica para la obtención de ciertos significados, procedimientos y proceso-objeto. Los niños en la situación, reconocen a la gráfica como algo que los instruye a argumentar comportamientos. Esta manera de concebir a la gráfica como una instrucción, se debe a que los niños resignifican la inclinación de la curva hacia un comportamiento de movimiento. En ese sentido la gráfica adquiere un carácter de cualidad del movimiento donde con la tecnología trasciende como instrumento al momento de ser argumentativa. Es decir llevó a los niños a una forma de usar la tecnología escolar con sus acciones de movimiento para obtener gráfica deseada o manipular variaciones de la misma, esta es una forma de variar parámetros como el ejemplo anterior (Trouche, 2005) pero haciendo uso de la gráfica dando sentido a una situación de modelación del movimiento de un móvil. De alguna manera la modelación y la graficación están integrando esta tecnología al conocimiento del niño. Tal vez convenga decir, que el binomio modelación-graficación (que logran los niños) en la situación específica tiene intrínseca la tecnología.

Con el análisis de los datos se establece una forma de concebir a la modelación con el uso tecnológico, como un conocimiento en sí mismo que junto a la graficación se establece como categoría del conocimiento matemático. Lo que con la TS se fortalece la idea de dar un estatus cultural a la modelación como una práctica social que está integrando la tecnología escolar como un proceso de aprendizaje, en este caso de la variación.

## 7. Referencias

- 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.
- Ballesteros, E. (2007). Instrumentos Psicológicos y la Teoría de la actividad instrumentada: Fundamento Teórico para el estudio del papel de los recursos tecnológicos en los procesos educativos. *Cuadernos de investigación y formación en educación matemática*, 4, 125-137.
- Buendía, G. y Cordero, F. Prediction and the periodical aspect as generators of knowledge in a social practice framework. A socioepistemological study. *Educational Studies in Mathematics* (aceptado para ser publicado en el Núm. 59, V.2, 2005).

## 9. Tecnologías para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas

- Cen, C. Suarez, L. y Cordero, F. (2010) Los Funcionamientos y las formas de las gráficas en los libros de texto: Una Práctica Institucional en el bachillerato. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 3(2), 187-214.
- Cordero, F. (2001). La distinción entre construcciones del cálculo. Una epistemología a través de la actividad humana. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*,
- 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.
- 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.
- NCTM (2008). *The Role of Technology in the Teaching and Learning of Mathematics*. Obtenido el 16 de septiembre de 2010 de: <http://www.nctm.org/about/content.aspx?id=14233>.
- Oresme, N. (1379). *Tractatus de configurationibus qualitatum et motuum*. (Souffrin, P. y Weiss, J.P. Trads.). Belles Lettres, Paris, 1988. Nicole Oresme and the Medieval Geometry of Qualities and Motions. Madison: University of Wisconsin Press.
- Rabardel, P (1999). Elements pour une approche instrumentale en didactique des mathematiques. *Actes de l'école d'été de didactique des mathématiques*, Houlgate 18- 21 Aout, IUFM de Caen, 203 – 213.
- Kutzler, B. (2003). “CAS as pedagogical tools for teaching and learning mathematics”, en Fey *et al.* (eds.), *Computer algebra systems in secondary school education*, (pp. 53-71). Reston VA: NCTM.
- Suarez, L. (2008). *Modelación – Graficación, Una Categoría para la Matemática Escolar. Resultados de un Estudio Socioepistemológico*. Tesis doctoral no publicada, Cinvestav-IPN, D.F., 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.
- Trouche L. (2005). The didactical Challenge of Symbolic Calculators. Turning a computational device into a mathematical instrument. En G. Dominique & K. Ruthven (Eds.), *Une Approche Instrumentale de l'Apprentissage des Mathematiques dans des environnements de calculatrice symbolique* (pp. 188 - 214). Montpellier, Francia: Mathematics Education Library Springer.