

LA GENESIS INSTRUMENTAL EN UNA SITUACIÓN DE MODELACIÓN DEL MOVIMIENTO ¹⁴

Eduardo Carlos Briceño Solís, Francisco Cordero Osorio

CINVESTAV-IPN

ebriceno@cinvestav.mx, fcordero@cinvestav.mx

Resumen. *Las calculadoras son consideradas como recursos didácticos, lo que conlleva nuevas formas para abordar la enseñanza y aprendizaje de la matemática, pero estas no ha sido suficiente para que tal aprendizaje sea funcional. Esto ha llevado a la creación de una aproximación instrumental que estudia la construcción de un instrumento por el sujeto el cual ha sido capaz de apropiárselo e integrado en su actividad matemática. Con base a lo anterior la socioepistemología está haciendo un estudio del papel tecnológico con la perspectiva del uso de las gráficas, en donde se pretende evidenciar precisamente que ese uso de las gráficas norma cierta matemática al usar calculadoras, de tal manera que favorece la construcción del instrumento y el marco de la génesis instrumental donde sucede una matemática funcional sea ampliado.*

Palabras Clave: Tecnología, artefacto, génesis instrumental, uso de las gráficas, instrumentación

Introducción

En la historia de la humanidad, el hombre siempre ha necesitado herramientas de apoyo para realizar sus cálculos matemáticos. Por ejemplo encontramos que existen pinturas en la Prehistoria (25,000 años antes J.C.) donde los puntos hacen referencia a algún cálculo matemático (ver figura A). La tablilla de Plimpton (ver figura B), se utilizaba para el cálculo de la superficie de un terreno. A partir de 1a década de los 70's, surgen herramientas

¹⁴ Esta investigación está financiada por CONACYT con el Proyecto *Estudio de las gráficas de las funciones como prácticas institucionales. Una gestión escolar para el Nivel Superior*. Clave: No. 47045

significativas, como “las reglas de calculó” (ver figura C). Diseñadas para el profesor de apoyo para sus clases de matemáticas.



Fig. A Pintura encontrada en la cueva de Pech Merle (Francia)



Fig. B. Tablilla de Plimpton. Foto E. Lessing- Magnum en "Ciencia y Vida" n° 2 Abril 1998

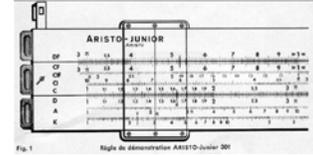


Fig. C Regla de calculo, Marca Aristo-junior 301 1971

El hombre a lo largo de la historia ha utilizado herramientas que han mediado su actividad y pensamiento matemático. Actualmente la tecnología es una herramienta indispensable en la actividad humana, por ello se ha incorporado en la clase de matemáticas como un recurso didáctico en el proceso de aprendizaje. Se ha observado que ha ejercido una influencia importante en la generación de nuevas formas para abordar dichos procesos en la matemática escolar, pero también se ha encontrado que perjudica al proceso mismo, dependiendo del uso tecnológico (Kutzler, 2003). Es difícil comprender el mundo moderno sin la tecnología, por ello los estudiantes, así como la población en general, requieren de una cultura científica y tecnológica básica que les permita comprender mejor su entorno para relacionarse de manera responsable con él, como afirma Ong (1999, p.11) citado en Hitt (2003):

Muchas de las características que hemos dado por sentadas en el pensamiento dentro de la ciencia... se originaron debido a los recursos que la tecnología de la escritura pone a disposición de la conciencia humana.

La ciencia y la tecnología están integradas parcialmente al sistema educativo, los alumnos las reconocen como un cuerpo del conocimiento fuera del salón de clases, eventualmente hacen uso de ellas y al hacerlo construyen conocimiento que no forma parte de su enseñanza. (Suárez, 2007), como la tecnología vive separada de la enseñanza de las

matemáticas en ciertos sectores curriculares, es un ente externo, que requiere de una intensa negociación para ser incorporada intencionalmente, en los procesos de aprendizaje (Cordero, 2006b). Esta investigación cuestiona estas acepciones y se pregunta por el papel que juega el uso de la tecnología en el conocimiento matemático de tal manera que refleja preguntas como: ¿De qué manera afecta la actividad matemática? ¿De que depende la expertes con el uso tecnológico? ¿Qué tipo matemática refleja el uso tecnológico? Para ello se toma una aproximación que estudia las cuestiones instrumentales, pretendiendo proporcionar indicadores, para dar alguna evidencia del papel que juega la tecnología en el conocimiento matemático, más tenemos la hipótesis que en las prácticas con el uso de un artefacto¹⁵, existe algo que hace que se desarrolle un tipo de matemática, algo que norma de tal manera que induciría a la integración del artefacto al humano, que hace que resuelva sus tareas matemáticas. Por ello se ha estudiado un marco de referencia que estudia la importancia del papel que juega estos artefactos en el conocimiento matemático llamada “*génesis instrumental*”. A continuación presentamos los marcos teóricos de nuestra investigación.

La aproximación instrumental: “la génesis instrumental”

La génesis instrumental, es una disciplina sensible a las cuestiones instrumentales, estudia como un artefacto se convierte en un instrumento de tal manera que se integra al humano para hacer matemáticas (Artigue, 2002). Si bien la ubicación de su problemática tiene que ver con una relación dialéctica *técnica-conceptual*, esto debido al hecho de usar un artefacto, ésta incrementa tus técnicas y habilidades, pero de qué manera afecta la parte conceptual producto de que su uso incide a una economía matemática. Es por ello que surge la creación de dicho marco capaz de responder a tal problemática. La palabra instrumento para la aproximación tiene un sentido más profundo, ya que surge de la construcción por parte del

¹⁵ Se utiliza el término *artefacto* en un sentido general, en lugar del término *máquina*, ya que esta última incluye ideas de complejidad y de manufactura industrial. Un martillo es un artefacto, un compás es un artefacto, una calculadora y computadoras son artefactos. El término artefacto tendrá el sentido de un objeto material que está disponible para la actividad humana. En el caso que nos ocupa, en este escrito cuando hablamos de artefacto nos referimos a calculadoras simbólicas.

sujeto, es decir, para que esta construcción del artefacto al instrumento suceda, la génesis instrumental se debe de apropiiar de una dualidad producto del artefacto. La primera se dirige hacia el artefacto cargándolo progresivamente de potencialidades; se llama a este proceso instrumentalización lo que conlleva a desarrollar esquemas de uso, y la segunda dirección se dirige hacia el sujeto lo que lleva al desarrollo y apropiación de esquemas de acción instrumentada que le permiten entender las potencialidades y restricciones del propio artefacto y que constituyen progresivamente en técnicas que permiten una respuesta efectiva a actividades matemáticas. Esto último es lo que se denomina propiamente instrumentación ver figura D (Trouche, 2004)

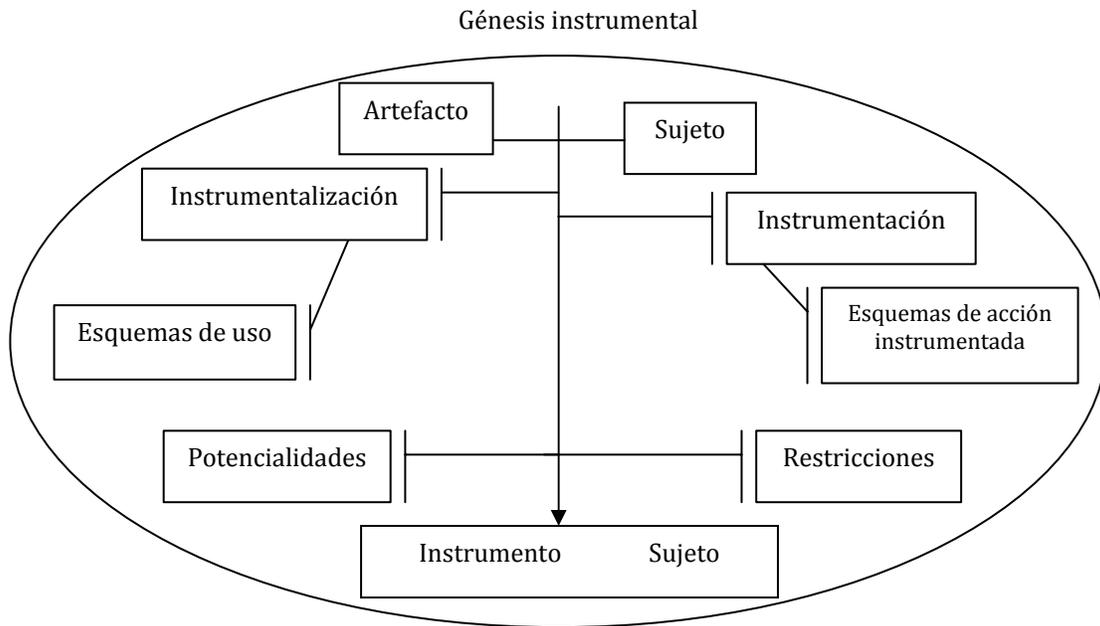


Figura D. Construcción del artefacto al instrumento producto de la Génesis Instrumental

Por ejemplo presentamos investigaciones hechas por Guin y Trouche (1999) donde señalan las dificultades que tuvieron sus estudiantes al tratar de resolver la ecuación $\tan(x) = x$, en los Reales: *En una clase de 32 alumnos (17 años), solamente cuatro estudiantes señalaron una infinidad de soluciones... Los otros estudiantes mencionaron un número finito de soluciones (correspondiente a los que es visible en la pantalla, ver figura E).*

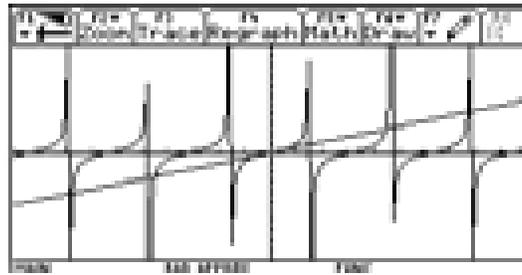


Figura E. Grafica de $f(x)=\tan(x)$ y $f(x)=x$

Es decir que la dificultad radica en que los estudiantes no toman la pantalla como si fuera una ventana en donde solamente estamos observando una parte de ella. Otra dificultad es interpretar lo que se percibe en esa ventana. Los mismos autores (Guin y Trouche) señalan que algunos alumnos consideran las asintotas como parte de la representación gráfica de la función y por tanto, proponen más intersecciones; y otros señalan que la intersección entre las dos funciones cerca del cero se da en una infinidad de puntos. Semejantes interpretaciones han permitido cuestionarse sobre la manera en que el artefacto está afectando al estudiante, si bien la percepción gráfica influye mucho en sus interpretaciones, esto demuestra que no ha desarrollado los suficientes esquemas de uso (conocer el artefacto, los menús, los ambientes) pero a su vez los esquemas de acción instrumentada que están orientados al cómo enfrentar las potencialidades y limitaciones de la calculadora para un desarrollo óptimo en la solución de una tarea específica.

La aproximación socioepistemológica

La aproximación socioepistemológica estudia el entendimiento de la construcción del conocimiento matemático de acuerdo con lo que organizan los grupos humanos normado por lo institucional y cultural. Se trata de entender tal constitución para hacer que el conocimiento sea funcional, que se integre al humano para transformar al mundo, su naturaleza y por lo tanto a él. Para responder a que tal conocimiento sea funcional debemos hacer estudios sobre uso del conocimiento en situaciones específicas donde se

resignifique¹⁶ el conocimiento matemático en cual se debate entre su funcionamiento y forma (Cordero, 2003, 2005, 2006a, 2006b), para dar evidencia de esta resignificación y dar respuesta a problemáticas de aprendizaje de las matemáticas se apuesta a que un estudio del uso de las gráficas que propone resolver tales demandas y proponer marcos de referencia donde se resignifique dicho conocimiento.

Es esencial el estudiar la actividad humana en su intento por transformar su realidad social o material y a su vez esta actividad humana está *normada* por diferentes prácticas sociales. Para dar respuestas a problemáticas proporcionando una matemática funcional concebimos a la graficación como una práctica social donde se desarrolla estudios a través del “*uso de las gráficas*”¹⁷ en prácticas institucionales. Siguiendo estos razonamientos, nuestra investigación propone entender cómo un uso de las gráficas es lo que norma cierta categoría matemática, propia del uso de una calculadora simbólica, esto conlleva que la graficación es lo que norma la construcción del conocimiento matemático, en este caso con el uso de la calculadora simbólica lo que lleva a formular epistemologías de prácticas del saber matemático, por eso creemos que pudiera ser un marco teórico de la “*génesis instrumental*”, ya que ayudaría a entender el papel del uso del instrumento en el conocimiento matemático del estudiante.

¹⁶ Para la socioepistemología no establecemos que la resignificación es dar un significado nuevo en un contexto determinado para luego buscar otro que resignifique lo ya significado. Sino es la construcción del conocimiento mismo en la organización del grupo humano y normado por aspectos de carácter institucional y cultural (Buendía y Cordero, 2005).

¹⁷ La perspectiva socioepistemológica considera el uso de las gráficas como un concepto ya que el “uso” es la función orgánica de la situación que se manifiesta por las “tareas” que componen la situación, y la forma del “uso” serán la clase de esas ‘tareas’. Las tareas pueden ser actividades, acciones, ejecuciones y alternancias de dominios. Cuando la alternancia de tareas sucede se genera una nueva función orgánica que debatirá con las formas de los usos.

Socioepistemología como una ampliación de la génesis instrumental

Para lograr una conexión entre ambos marcos teórico consideramos a la graficación como un tipo de modelación cuando usamos tecnología, en este caso calculadoras simbólicas ya que es un elemento que soporta el argumento y razonamiento. Para ello se ha tomado la socioepistemología del binomio modelación-grficación¹⁸ (Suárez, 2007) la cual caracteriza y articula precisamente la modelación y la graficación con el uso tecnológico. Con ello un marco como la Génesis Instrumental pudiera ayudar a tal fin, puesto que se ha preocupado de la importancia de este uso y así obtener un marco de referencia donde la matemática sea un conocimiento funcional. Con esto articulamos la aproximación socioepistemológica a través del uso de las gráficas donde pretendemos evidenciar que tiene una función normativa e integradora al humano de tal manera que genere conocimiento matemático. Con estos marcos, la investigación da elementos de estudio de cómo el artefacto se convierte en un instrumento producto de la génesis instrumental, y suponemos la hipótesis que la graficación permite esta construcción del instrumento de tal manera que se integra al humano.

Metodología

La metodología para comprobar nuestra hipótesis es el análisis cualitativo bajo la perspectiva de los marcos teóricos ya comentados. Dicho análisis se realizara con los datos de la investigación hecha por (Torres, 2004) en donde se estudia una situación de modelación del movimiento (S(M-M)) en un ambiente tecnológico¹⁹ con estudiantes del

¹⁸ Socioepistemología del binomio modelación graficación: Es una caracterización situacional de actividades donde la modelación escolar esté anclada al uso de las gráficas en un ambiente tecnológico.

¹⁹ Calculadora Simbólica TI-Voyager, Sensores de movimiento (son dispositivos tecnológicos que detectan ondas de movimiento y temperaturas), Transductor-CBL (Es el que procesa la información de onda que envía el sensor y los convierte en números digitales, es decir recibe información mecánica y la convierte en información digital).

Nivel Medio Superior de ocho CECyT²⁰ de primero, tercero y quinto semestre. Con el propósito de evidenciar que el uso de las gráficas da elementos que permiten la integración del instrumento, para ello se ha elaborado una pregunta de investigación en la modelación de la variación, tomando el movimiento como una situación de cambio en particular (Suárez, 2007): ¿Cuál es la génesis instrumental en una situación de modelación del movimiento? Se enfocará la atención al funcionamiento y forma de la matemática en cuestión para crear una categoría de modelación con el uso de esa tecnología. La “génesis instrumental” se articulará al “uso de las gráficas” por medio de la instrumentación y de la instrumentalización. La situación de modelación del movimiento se analizará a través de la ingeniería didáctica.

Discusión

La discusión la proponemos sobre dos puntos:

- 1) La suposición de que el “uso de las gráficas” tiene una naturaleza normativa cuando usamos calculadoras simbólicas. En este punto nuestra pretensión es dar evidencia de dicha suposición al analizar los datos de una puesta en escena de una situación de modelación del movimiento a través de la socioepistemología de la modelación-graficación, y de la integración del artefacto al sujeto.
- 2) El marco teórico de la génesis instrumental. En este punto se trata de articular los elementos que intervienen en la construcción del instrumento por parte del sujeto, enfocado precisamente en la integración orgánica del instrumento.

²⁰ Uno de los dieciséis CECyT del NMS del IPN. Ha sido nombrado desde julio de 2003 como ‘Escuela Modelo en la integración de la tecnología’.

Conclusiones

Desde la perspectiva de investigación que busca la intervención del sistema didáctico, se buscan categorías de conocimiento. La graficación se estudiará como una categoría en donde pretendemos dar indicadores de cómo tiene una función normativa cuando usamos calculadoras simbólicas, el cual favorece la construcción de un artefacto a un instrumento por el sujeto producto de una génesis instrumental. Este proyecto de investigación tiene como objetivo entender el papel que juega la tecnología en el conocimiento matemático de un estudiante, para ello realizaremos un estudio del uso de las gráficas, esto nos permitirá explicar cierto tipo de matemática, es decir, será explicar que si alguien desarrolla una práctica con tecnología de modelación graficación entonces lo conlleva un uso de gráficas, entonces lo interesante es describir esa práctica tecnológica, en donde la génesis instrumental nos da elementos de construcción de un instrumento (artefacto-instrumento), donde el estudiante hace cosas con el instrumento y que efectivamente hay algo externo, que norma y que pasa por un proceso de instrumentación donde se internaliza y obliga a ser un uso de gráficas de cierto tipo producto de la modelación-graficación.

Bibliografía

- 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.
- Cordero, F. (2006a). El uso de las gráficas en el discurso del cálculo escolar. Una visión socioepistemológica. *Investigaciones sobre enseñanza y aprendizaje de las matemáticas: un reporte Iberoamericano*. Díaz de Santos-Comité Latinoamericano de Matemática Educativa. A. C., 265-286.
- Cordero, F. (2006b). La modellazione e la rappresentazione grafica nell'insegnamento apprendimento della matemática. *La Matemática e la sua Didattica*, 20, 1, 59-79. Córdoba, 7-10 de Septiembre de 2005
- Cordero, F., (2005). La institucionalización del conocimiento matemático y el rediseño del discurso matemático escolar [Resumen]. *Resúmenes de la Decimonovena Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa*. Uruguay. p. 30.

Guin, D. y Trouche, L. (1999). The complex process of converting tools into mathematical instruments: the case of calculators, *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 3, pp. 195-227.

Kutzler, B. (2003). "CAS as pedagogical tools for teaching and learning mathematics", en Fey *et al.* (eds.), *Computer algebra systems in secondary school education*, capítulo 3, pp. 53-71, Reston VA: NCTM.

Suárez, L. (2007) *Modelación – Graficación, Una Categoría para la Matemática Escolar. Resultados de un Estudio Socioepistemológico*. Borrador de tesis doctoral en revisión no publicada. Departamento de Matemática Educativa, Cinvestav-IPN: México

Suárez, L. y Cordero, F. Elementos teóricos para estudiar el uso de las gráficas en la modelación del cambio y de la variación en un ambiente tecnológico. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*. (En evaluación).

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

Torres, A. (2004). La modelación y las gráficas en situaciones de movimiento con tecnología. Tesis no publicada del Programa de Maestría del CICATA-IPN. : México

Hitt, F. (2003) Una Reflexión Sobre la Construcción de Conceptos Matemáticos en Ambientes con Tecnología, *Boletín de la Asociación Matemática Venezolana, Vol. X, No. 2, 2003*, pp. 213-224