

LA GENESIS INSTRUMENTAL EN UNA SITUACIÓN DE MODELACIÓN DEL MOVIMIENTO²¹

Eduardo Carlos Briceño Solís, Francisco Cordero Osorio
CINVESTA-IPN
ebriceno@cinvestav.mx, fcordero@cinvestav.mx
Campo de investigación: Socioepistemología

México

Nivel: Superior

Resumen. Las calculadoras son consideradas como recursos didácticos, lo que conlleva nuevas formas para abordar la enseñanza y aprendizaje de la matemática, pero éstas no han sido suficientes para que tal aprendizaje sea funcional. Esto ha llevado a la creación de una génesis instrumental que estudia la construcción hecha por el sujeto cuando interactúa con un artefacto, convirtiéndolo en instrumento, a través de un proceso, de tal forma que es capaz de apropiárselo e integrarlo a su actividad matemática. La aproximación socioepistemológica con el estudio de los usos del conocimiento en situaciones específicas, se logra formular que el “uso de las gráficas” norma cierta matemática cuando se utilizan calculadoras de tal manera que favorece la construcción del instrumento.

Palabras Clave: tecnología, artefacto, génesis instrumental, uso de gráficas, instrumentalización e 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 existieron pinturas desde la Prehistoria (25000 años AC) donde los arqueólogos hacen referencia de que los puntos se referían algún cálculo matemático, (Figura A), herramientas como la Tablilla de Plimpton (Figura B), el cual se utilizaba para efectuar el cálculo de la superficie de un terreno y herramientas no tan antiguas que surgieron a partir de 1970, que son “las reglas de cálculo” (Figura C). El cual fueron diseñadas como apoyo tanto a profesores como estudiantes en las clases de matemáticas.

²¹ 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



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



Fig.B. Tabla para el cálculo de la superficie de un terreno. Foto E. Lessing- Mágnum en "Ciencia y Vida" nº 2 Abril 1998

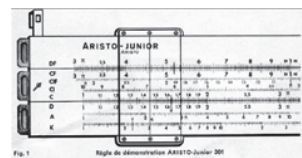


Fig.C Regla de calculo, Marca Aristo-júnior 301 1971

El hombre en el transcurso de la historia ha utilizado herramienta 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 las clases 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.”* Lamentablemente 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). Por lo tanto, como la tecnología todavía vive separada de la enseñanza de las matemáticas, 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 podemos preguntarnos: ¿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 estudiamos 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 de que en las prácticas con el uso de un artefacto²², existe algo que hace que se desarrolle un tipo de matemática, algo que norma de tal manera que provoca la integración del artefacto al humano lo que le permite entender la tecnología y hace que resuelva sus tareas matemáticas. Para 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 de nuestra investigación:

La aproximación instrumental: “La Génesis instrumental”

La génesis instrumental estudia cómo 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*, 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

²² 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.

profundo, ya que surge de la construcción por parte del sujeto, es decir, para que esta construcción del artefacto al instrumento suceda, la génesis instrumental se debe de apropiarse de una dualidad producto del artefacto. La primera se dirige del sujeto hacia el artefacto cargándolo progresivamente de potencialidades, descubrimiento y experimentación. Todo ello es un proceso llamado instrumentalización, el cual desarrolla esquemas de uso. La segunda dirección se dirige del artefacto hacia el sujeto lo que lleva al desarrollo y apropiación de esquemas de acción instrumentada. Estos esquemas permiten entender las potencialidades y restricciones del propio artefacto y constituyen progresivamente en habilidades para responder efectivamente actividades matemáticas. A esto se le denomina instrumentación (Trouche, 2004). Ver figura D.

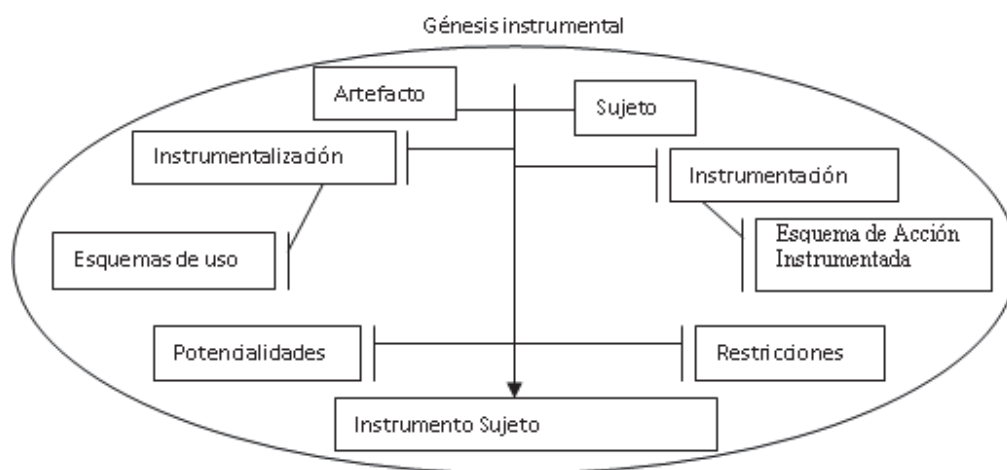


Figura D. Construcción del artefacto al instrumento producto de la Génesis Instrumental.

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 F.*

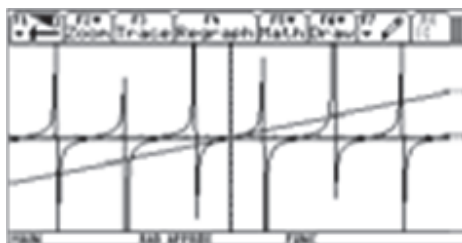


Figura F. Gráfica de $f(x)=\tan x$ y $f(x)=x$

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 asíntotas como parte de la representación gráfica de la función y por tanto, proponen más intersecciones; y otros alumnos 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. 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 también los esquemas de acción instrumentada están limitados, ya que no desarrolla de una tarea específica para su solución (ejecutar un zoom adecuado en la vecindad de un punto)

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 que tal conocimiento sea funcional debemos hacer estudios sobre el uso del conocimiento en situaciones específicas donde se resignifique el conocimiento matemático en cual se debate entre su funcionamiento y

forma (Cordero, 2003, 2005, 2006a, 2006b). Las evidencias de las resignificaciones en cuestión descansan en el estudio del “uso de las gráficas”.

Siendo 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, concebimos a la graficación como una practica social donde se desarrolla estudios a través de su uso 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 propicia formular epistemologías de prácticas del saber matemático. Así, creemos, se pudiera ampliar la “génesis instrumental”, ya que ayudaría a entender el papel del uso del instrumento en el conocimiento matemático del estudiante.

Socioepistemología como una ampliación de la Génesis instrumental

Una vez identificadas las prácticas sociales que dieron y dan cuenta del conocimiento matemático requieren ser reinterpretadas para ser integradas al sistema didáctico, pues requieren de la intencionalidad para que se desarrollen en las condiciones del sistema. Para ello, se construye la situación donde la práctica se transforma en el argumento, como el eje que responda a la situación (Buendía y Cordero, 2005). Para lograr la conexión entre ambos marcos teóricos consideramos a la graficación como un tipo de modelación en una situación con el uso tecnológico, donde la modelación es el argumento en la situación. Se ha tomado la epistemología de modelación-graficación (Suárez, 2007), el cual caracteriza y articula precisamente la modelación y la graficación con el uso tecnológico. Conjuntamente con el marco de la génesis Instrumental nos ayudara a entender al papel que juega la tecnología y así obtener un marco de referencia donde hagamos de la matemática un conocimiento funcional. Así articulamos la

aproximación socioepistemología a través del “uso de las gráficas” en una situación específica, donde evidenciamos que norma cierta integración tecnológica al estudiante de tal manera que construya conocimiento matemático. Con estos marcos teóricos, la investigación da elementos en la situación de cómo el artefacto se convierte en un instrumento producto de una génesis instrumental.

Metodología (o Métodos)

La metodología para comprobar nuestra hipótesis consiste en el análisis de los datos de una situación de modelación del movimiento (Torres, 2004). Esta situación está centrada en la interacción entre el estudiante y el uso de calculadoras con sensores de movimiento. Al modelar el movimiento, los estudiantes simulan y explican sus resultados a través de las gráficas obtenidas. Es decir, hacen un “uso de las gráficas” para explicar fenómenos de cambio, donde la variación tiene un sentido específico que no depende de las propiedades analíticas de la función que ahí interviene. Con el análisis del “uso de las gráficas” damos evidencia de lo que norma la integración tecnológica en la situación, a través de su funcionamiento y forma. Con ello contestamos nuestra pregunta de investigación ¿Cómo se construye la génesis instrumental en una situación de modelación del movimiento?: a través del funcionamiento y forma de las gráficas que norman la integración: instrumentación e instrumentalización.

Discusión

La discusión la proponemos sobre lo que norma la integración tecnológica en la situación de aprendizaje, De las evidencias que proporcionemos de dicha integración en los estudiantes a través del funcionamiento y forma del “uso de la grafica”, que favorece la instrumentalización e instrumentación del artefacto. Sobre el marco de la génesis

instrumental que estudia la construcción del instrumento que se integra al humano como algo orgánico que lo transforma y le permite construir conocimiento matemático.

Conclusiones

Desde la perspectiva de investigaciones socioepistemológicas, que busca la intervención al sistema didáctico, se buscan categorías del conocimiento. La graficación se estudiará como una categoría en donde evidenciamos que a través de estudiar su uso en una situación de modelación del movimiento tiene una función normativa. En la situación los estudiantes después de haber modelado su movimiento explican la variación a través de la gráfica obtenida, hacen un uso de la gráfica a través de su funcionamiento y forma, de tal manera que los norma a la construcción del instrumento. El proyecto de investigación entiende el papel que juega la tecnología en el conocimiento matemático del estudiante en la situación, al encontrar que el estudio del “uso de las gráficas” permite explicar cierto tipo de matemática. Con esta investigación precisamos epistemologías del funcionamiento y la forma del conocimiento matemático en situaciones específicas de los participantes, con lo cual se está construyendo un marco de referencia para conceptualizar el “uso del conocimiento matemático” (Cordero, 2006a)

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.

Cordero, F. (2003) Lo social en el conocimiento matemático: los argumentos y la reconstrucción de significados. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa. Clame Vol. 16, Tomo 1*, pp. 73-78.

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*. p. 30.

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

Buendía, G., Cordero, F. (2005). Prediction and the Periodical Aspect as Generators of Knowledge in a Social Practice Framework: A Socioepistemological Study. *Educational Studies in Mathematics*, 58, (3), 299-333.

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, pp. 195-227.

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

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.

Suárez, L., Cordero, F. (2007) 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*. Manuscrito aceptado para su 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.