UN ESTUDIO DE LA CONSTRUCCIÓN SOCIAL DEL CONOCIMIENTO MATEMÁTICO EN EL COTIDIANO

David Zaldívar Rojas y Francisco Cordero Osorio
Cinvestav-IPN. México
jzaldivar@cinvestav.mx, fcordero@cinvestav.mx

Resumen. Diversas investigaciones se interesan por la inserción de los "conocimientos previos" de los estudiantes en el proceso de aprendizaje de las matemáticas, considerándolos como bases iniciales de significados que deben ser sustituidos por medio de la instrucción "formal". A diferencia de lo anterior, el propósito de la investigación es legitimar los saberes que se encuentran en el cotidiano. Para ello, se conforma, desde la socioepistemología, la categoría del Cotidiano del Ciudadano que resalta una función social particular del conocimiento matemático. Para la conformación de la evidencia empírica, se da cuenta de los usos de las gráficas en talleres de divulgación científica, evidenciando cómo el cotidiano brinda elementos funcionales que podrían conformar parte de un rediseño del discurso Matemático Escolar

Palabras clave: Usos de las gráficas, cotidiano, estabilidad, mantenimiento de rutina

Abstract. Various research are concerned with the inclusion of the students' "background" into the learning process of mathematics. This background is considered as an initial basis, which allows reaching generalized concepts. In contrast, our research proposes to legitimize the everyday knowledge from a Socioepistemology standpoint. In order to do so, we intent to conform a "Quotidian of the Citizen" category which highlights the scenario's role and the function of knowledge in the former. The Quotidian category is embodied in structures and arguments framed in a Routine Maintenance. We explain some uses of the graphs related to vulgarization's workshops as part of our evidence, and to make evident some functional elements which may be part of a redesign of the scholar mathematics discourse

Key words: Use of graphs, everyday knowledge, stability, maintenance of routines

Introducción y planteamiento de la problemática

Son diversas las investigaciones en Matemática Educativa que se han interesado por la inserción de los "conocimientos previos" de los estudiantes en el aprendizaje y enseñanza de las matemáticas. Principalmente, son investigaciones que intentan dar cuenta de otros referentes que generalmente son "menospreciados" durante la instrucción escolar y que pudieran englobarse como estudios sobre el *sentido común*, sobre los *conocimientos previos*, sobre las *matemáticas cotidianas, prácticas cotidianas* o sobre las *Teorías Implícitas* de los estudiantes (Ver por ejemplo: Civil, 2002; Rodrigo, 1997).

Sin embargo, el énfasis principal se encuentra en el desarrollo de contenidos y en la instrucción; donde lo *previo,* lo *cotidiano,* lo *implícito* o lo *común* se presenta muchas veces como una fuente de significados que se recogieron supuestamente de la experiencia de los estudiantes, pero "erróneos" o "alejados" de lo que se acepta como conocimiento dentro de lo escolar, por lo que tienen una función subsidiaria y deben ser reemplazados por un conocimiento "formal".

Por otro lado, en diversas investigaciones se reconoce la manera en la cual el Conocimiento Matemático (CM) adquiere ciertas texturas en el entramado social de diversas prácticas en diferentes escenarios sociales, lo cual reviste una función íntimamente relacionada al escenario y al funcionamiento del conocimiento en el mismo (Ver por ejemplo: Lave, 1988; Carraher, Carraher, & Schliemann, 1991; Tuyub & Cantoral, 2012). Este tipo de investigaciones se insertan en escenarios no académicos, es decir, en escenarios que no se enfocan en el aprendizaje de la matemática o su enseñanza. Reafirman el importante rol del contexto en la generación de significados de los conceptos matemáticos, y cómo los escenarios moldean a dichos significados. En efecto, estas investigaciones conforman una crítica a la tradición dentro de la disciplina de considerar al aula de matemáticas como el "único" referente de construcción de conocimiento. Dejan ver escenarios donde se aprecia la funcionalidad del conocimiento en los usos que se hacen del mismo ante situaciones específicas amalgamadas en problemáticas propias del escenario.

Es importante hacer notar que nuestros planteamientos versan más en la dirección de cuestionar la propia naturaleza de los saberes que se ponen en juego en escenarios no considerados como matemáticos y la manera en la cual se resignifica en las argumentaciones elaboradas por los ciudadanos ante una situación específica.

A partir de lo anterior es que afirmamos que el CM tiene diferentes *funciones sociales*. Reconocer *la función social* del CM significa entender cómo se constituye (o qué constituye) dicho conocimiento en un escenario específico, lo cual implica entender lo propio del conocimiento en un escenario, lo situado y lo vivencial; es decir, el *cotidiano del ciudadano* referido al conocimiento matemático.

La categoría del cotidiano a la cual nos referimos expresa conocimiento. Implica aquel conocimiento que transcurre en un *Mantenimiento de Rutina* (MdR) (Berger & Luckmann, 2006), es decir, cuando se mantienen estructuras de conocimiento concretas, funcionales; amalgama una *realidad* sobre el conocimiento, significaciones, un lenguaje de herramientas y procedimientos. Pero también implica una forma de relacionarnos con el mundo para transformarlo y transformarnos. Dichas estructuras fueron conformadas histórica y socialmente por procesos institucionales.

Nuestra revisión y en conjunción con la reflexión anterior nos permite llamar la atención a un fenómeno producido por el discurso Matemático Escolar (dME) que hemos denominado *Fenómeno de Opacidad* (Cordero, 2013). Dicho fenómeno resalta el nulo reconocimiento por parte del dME de otras *expresiones del saber y epistemologías* que quizás se conformaron en otros escenarios sociales diferentes al escolar, donde proponemos a la categoría del Cotidiano del Ciudadano como una epistemología particular. De esta forma, los saberes matemáticos del cotidiano se encuentran subordinados a un discurso que impone ciertas argumentaciones de los objetos matemáticos y ancla el pensamiento matemático al aprendizaje de una serie de axiomas, demostraciones, conceptos y algoritmos generalizables; es decir, se restringe a desarrollar un conocimiento matemático *petrificado*, aislado de sus implicaciones y funciones sociales, donde todo parece *terminado* y se niega un relativismo epistemológico.

De esta manera es que consideramos como problemática de investigación la *nula consideración de la función social del cotidiano del ciudadano dentro de la conformación del actual discurso Matemático Escolar y la opacidad que este provoca ante otras expresiones del saber conformados en escenarios diferentes al escolar*. Nuestro objetivo principal entonces es caracterizar *la función del cotidiano del ciudadano en la conformación del dME*. Lo anterior implica en efecto, *legitimar* los saberes que conforman las argumentaciones que el cotidiano del ciudadano elabora ante situaciones específicas, lo cual podría ser la base de un posible rediseño del dME.

Para ello, nuestra metodología experimental se basa en la puesta en escena de *talleres temáticos* en escenarios de Divulgación de las Ciencias. En dichos talleres el ciudadano es puesto en una situación de modelación-graficación del movimiento (Suárez & Cordero, 2010) y se analizan los usos de las gráficas que se emplean al momento de discurrir sobre la noción de *estabilidad* de una ecuación diferencial a partir del movimiento de una pesa unida a un resorte.

En los siguientes apartados esbozaremos las herramientas metodológicas para la construcción de la evidencia empírica y una arquitectura de análisis a partir de la delimitación de un modelo teórico de resignificación, que da cuenta del mantenimiento de rutina que caracterízará al cotidiano. Posteriormente, describiremos un ejemplo concreto de análisis.

El cotidiano desde una visión de prácticas

El reconocimiento y caracterización del cotidiano se hace bajo la mirada Socioepistemológica. Esta modela una construcción social del conocimiento matemático en escenarios socioculturales, donde la Práctica Social se considera normativa de la actividad y generadora de conocimiento matemático (Cantoral & Farfán, 2003; Cordero, 2008; Cordero, Cen & Suárez, 2010). Sin embargo, precisamos de conjuntar teóricamente aspectos socioepistemológicos con constructos que, desde nuestra problemática, caracterizan al cotidiano.

En Berger & Luckmann (2006) se puede hallar una reflexión profunda sobre la construcción social de la realidad. Estos autores describen que las personas poseen dos maneras de conservar su realidad de la vida cotidiana. Es decir, los seres humanos contamos con *formas culturales de relacionarnos e integrarnos a mundos institucionales,* y lo hacemos por procesos de Mantenimiento de Rutina (MdR) y Mantenimiento de Crisis (MdC). El primer proceso implica que las personas mantienen su realidad internalizada de rutina, inclusive lo que conoce. Sin embargo, también estamos a la merced de situaciones ajenas a nuestra realidad, ahí es cuando aparece el mantenimiento en situaciones de crisis o rupturas de la realidad internalizada. Un ejemplo sería el ingreso a “otros mundos institucionales” que intentan romper con la continuidad de la realidad. Justamente en estas relaciones epistemológicas es en la cual anclamos nuestra noción de cotidiano.

Nuestra hipótesis es que el cotidiano del ciudadano se expresa en el MdR, es decir en ciertas estructuras que organizan al conocimiento ante una situación específica. Desde nuestra perspectiva, implica la aparición de ciertos *sistemas de usos y de un lenguaje de herramientas* para mantener y salvaguardar cierta simetría entre el mundo institucional y la subjetividad de las personas (Berger & Luckmann, 2006).

En el MdR prevalecerán los usos del conocimiento, el sentido común, ciertos utensilios o herramientas, un lenguaje específico, el motivo pragmático, lo concreto, lo “económico”, lo vivencial y lo situacional. Tendrá una dimensión y carácter histórico y cultural propio puesto que se determinan categorías que se conservan y se despliegan por un tiempo y que son proclives a desarrollarse. El sujeto acá no está aislado, este mantenimiento de rutina expresa su subjetividad, es un ser en tanto los demás, un sujeto histórico.

En nuestro caso particular, los usos serán considerados como formas en las cuales el saber es puesto en funcionamiento en una situación y escenario específicos y que se manifestarán en relación con ciertas clases de tareas. Específicamente, en nuestra investigación, nos referiremos al *uso de las gráficas*. Dicho uso de las gráficas será analizado a partir de los elementos de *funcionamiento* y *forma* (Cordero, et al., 2010). Los elementos de *funcionamiento* se refieren a las circunstancias que hacen posible la modelación de fenómenos de

variación a través de las gráficas, mientras que los elementos de *forma* son las clases de dichas circunstancias (Suárez & Cordero, 2010; Cordero, 2008).

El modelo de resignificación propuesto exhibe un desarrollo del uso de las gráficas a partir de la determinación de nuevos funcionamientos y formas en una situación específica.

Con los elementos del cotidiano, el modelo que proponemos integra estos elementos a una estructura de construcción social (Ver Figura 1).

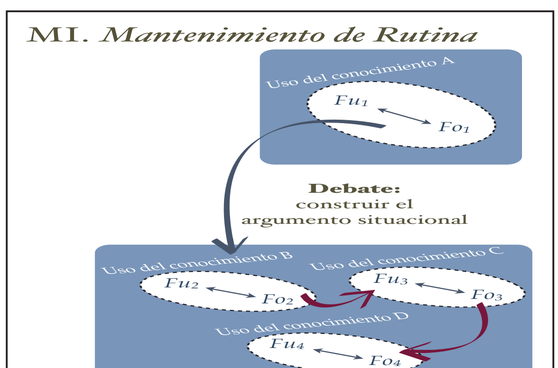

Figura 1. Momentos de Resignificación: M1. Momento de MdR, M2. Momento de MdC.

Conformación de la evidencia empírica

Nos interesamos por desarrollar una forma específica de Divulgación Científica: *Talleres Temáticos*. Por lo tanto desarrollamos una investigación cualitativa basada en un estudio intensivo de casos. Este tipo de escenario pretende poner en uso ciertas nociones matemáticas de una manera no tradicional, además de propiciar la participación y colaboración entre el divulgador y el ciudadano. Siendo una de las funciones *éticas* del taller poner al servicio del cotidiano el conocimiento científico (Zaldívar & Cordero, 2012).

El taller pone en escena una *situación de divulgación,* en la cual se pone en funcionamiento una Situación Específica de Transformación (Cordero, 2008). Esta situación plantea que la *función* es una instrucción que organiza comportamientos y a partir de la variación de los parámetros de la misma es posible anticipar los efectos en los comportamientos de las gráficas generadas. De esta manera se plantea el análisis y desarrollo de un argumento que se ha denominado el Comportamiento Tendencial de las Funciones (CTF).

Dado nuestro escenario era imposible el trabajo con la variación de los parámetros de una función particular. Sin embargo, la categoría de Modelación-Graficación (Suárez & Cordero, 2010) justifica el hecho de proponer un diseño basado únicamente en gráficas a partir de la modelación de movimiento basada en un fenómeno físico tangible. Así, se proponen actividades donde se discuten ideas de variación, cambio y comportamientos con tendencia a partir de un uso de gráficas y ciertos componentes tecnológicos como calculadoras graficadoras y sensores de movimiento. Lo anterior por medio de la modelación de un fenómeno físico como el del movimiento de un cuerpo unido a un resorte. De esta forma, *el argumento de la categoría que se pone en juego es intrínseco a la curva o trayectoria normada por el movimiento*.

Justo el diseño de la Situación de Divulgación se utiliza como el instrumento metodológico que nos permitirá dar cuenta de las argumentaciones que sobre la estabilidad se presenten; pero además, describirá los momentos epistemológicos marcados en el modelo de la figura 1 en una situación específica. De esta manera, el cotidiano conforma nuestra unidad de análisis en un estudio instrumental de casos.

Hipotéticamente, dar cuenta del MdR implica analizar y provocar momentos de "crisis", es decir, poner en *debate al funcionamiento y a la forma* del uso de las gráficas en la modelación de la estabilidad. La hipótesis epistemológica consiste en que es a través de proponer una discusión sobre el argumento situacional de la categoría del conocimiento matemático que se propone en la situación específica, es que evidenciaremos una resignificación.

Una resignificación de la estabilidad

Los extractos y el análisis que a continuación se describen se refieren a una experiencia específica dentro del programa del Primer Festival de Divulgación de las Matemáticas realizada en la ciudad de Zacatecas, México en diciembre del 2011. Eran alrededor de 9 participantes; hombres y mujeres de entre 16 y 18 años de edad. El taller involucró el trabajo con dos actividades, una relacionada con el movimiento de una persona que camina de un punto a otro y regresa, y la situación del resorte.

El objetivo de esta sección es evidenciar que el modelo teórico compone una herramienta de análisis del cotidiano y de la resignificación del uso de las gráficas. Además, el interés radica en hacer explícito cómo el conocimiento en el uso y en escenarios no-académicos bajo ciertas situaciones específicas de construcción, se hace presente en formas culturales concretas, basadas en estructuras que estructuran (u organizan) de alguna manera el "actuar", el "hacer" y las formas de "responder", pero también los roles.

La primera pregunta que se lanza es de la siguiente manera por parte del divulgador (D):

> D: *ahora la pregunta es…* […] *tenemos el resorte acá… y le voy a poner una pesa de 50 gramos, ¿cómo sería el movimiento del resorte ahora?...*
>
> Participante: *de abajo hacia arriba* [realiza el gesto con las manos]
>
> Participante: [varios participantes varones hablan al mismo tiempo]… *no, no, no…*

Importante en el análisis sobre el uso de la gráfica es sobre lo "no-dicho". Para ello, presentamos la "respuesta" de una de las participantes, que aunque no menciona palabras, los gestos que realiza es una forma cultural y una estructura procedimental de saber concreto que pone en discusión y que le permite generar una respuesta ante una situación de transformación que se resume en "Dibuja el movimiento" (Ver Figura 2).

Figura 2. Orientar el movimiento

Hasta este momento, la estabilidad, entendida como la propiedad que relaciona la estructura de una ecuación diferencial (por ejemplo $y' + y = F(x)$) con su solución en términos de que dicha solución tenderá a la función *F(x)* para valores grandes de *x* ($y \to F(x)$ cuando $x \to \infty$), aparece en el gesto de la joven, pero implícitamente y anclada a un uso de la gráfica. En este sentido es que nos referiremos a *lo estable.*

En este primer momento, el *funcionamiento* de la gráfica es para *indicar dirección y sentido del movimiento del resorte*; mientras que la *forma* fue *construir un patrón de comportamiento del fenómeno,* basado principalmente en la aparición de un gesto y cierto lenguaje específico. De esta manera, la gráfica se usa para *orientar el movimiento,* y la estabilidad aparece en forma de justificaciones funcionales. En este caso, el uso aún no hace referencias a una gráfica cartesiana, sino más bien a una *trayectoria*, pero además aparecen gestos y palabras como "sube", "baja", "regresa", "rebota".

Posterior a esta pregunta inicial, se realiza el siguiente cuestionamiento:

> D: *a ver, a ver… ustedes que ya vieron gráficas con el sensor de movimiento…*
> *¿cómo sería la gráfica del movimiento cuando yo ponga la pesa en el resorte?...*
>
> P6: *va a subir y a bajar… va subir rápido…*

Casi de inmediato, la misma participante que en el extracto anterior realiza el gesto de la mano "vertical", ejecuta un gesto un tanto más complejo que el anterior. Ahora y bajo este cuestionamiento que involucra el hecho de "reproducir" o mantener una estructura, la joven hace ahora un movimiento con la mano pero de derecha a izquierda de manera que el movimiento de "sube y baja" se complementa con un "dirigirlo de izquierda a derecha" (ver figura 3).

Figura 3. Análisis de la tendencia.

Esta argumentación gestual nos hace considerar que se presenta otro uso de la gráfica, generado por la estructura previa. Este uso ya no involucra sólo orientar y que la gráfica funcione como un modelo para indicar dirección y sentido, esto ya no es suficiente, sino que se confronta con el hecho de que *lo estable* quizás juegue un rol explícito; justo para localizar y anticipar la tendencia del comportamiento de la curva que dibuja en el aire.

En ese corto instante de tiempo, surgen desde nuestro análisis varios elementos. Por un lado, la aparición inicial de una estructura basada en *orientar el movimiento,* pero justo después, el hecho de confrontarlo con una estructura cartesiana y de modelación-graficación en la situación del movimiento que se trabajó en la primera parte del taller, complejiza ese modelo "factual" hacia otra estructura donde el funcionamiento del uso de la gráfica se dirigirá hacia *anticipar el comportamiento del sistema y expresar ese comportamiento tendencial en forma global.* Pero esto implica otra *forma* en dicha argumentación, una más relacionada a *variar aspectos y parámetros en el modelo gestual/gráfico*. En este sentido diremos entonces que se desarrolla un uso de la gráfica hacía analizar y localizar la tendencia en el comportamiento del fenómeno, donde la estabilidad aparece resignificada como un comportamiento con tendencia.

Comentarios finales

A partir de nuestros análisis y reflexión reconocemos que la inclusión de la categoría del cotidiano implica una reivindicación del sujeto y de sus saberes, pero también de que éste se encuentra en mundos institucionales y forma parte de escenarios diversos a lo largo de su vida, donde la escuela, es uno más. Lo que observamos entonces es que el uso es en tanto la cultura y la comunidad, en su devenir histórico. El cotidiano expresa conocimiento en uso, las experiencias, lo vivencial, lo situacional y lo concreto de una cultura: el uso es cultura en tanto uso.

Parte fundamental de nuestra investigación es la delimitación del modelo MdR-MdC propuesto para el análisis de la función social del cotidiano, y se refiere a todas aquellas estructuras y formas culturales de saber que se ponen en discusión y que permiten generar patrones de respuestas concretas ante la situación específica de transformación que se materializa en "dibujar el movimiento". Y justo se puede apreciar el importante rol del cuerpo y del escenario donde el uso de la gráfica genera un modelo para *orientar el movimiento* y *analizar tendencias* cuando se discute lo estable.

Más aún, el modelo teórico de resignificación permite dejar ver que el cotidiano amalgama las relaciones con el conocimiento. Pero que también existirán estructuras de mantenimiento de rutina sumamente fijadas en los participantes, por ejemplo, la orientación. Lo que posteriormente se hace en todas las actividades siguientes en el taller es mantener un sistema de usos, basados en la tendencia, es decir, la estabilidad como comportamiento con tendencia. Se resignifica así dicha noción. Sin embargo, las estructuras no se "pierden", están ahí, y seguramente surgirán nuevamente ante una situación problemática diferente a la que fueron expuestos los participantes en este mundo institucional que se recrea en el taller.

Referencias bibliográficas

Berger, P., & Luckmann, T. (2006). *La construcción social de la realidad.* Buenos Aires: Amorrortu.

Cantoral, R., & Farfán, R. (2003). Mathematics Education: A vision of its evolution. *Educational Studies in Mathematics, 53*(3), 255-270

Carraher, T., Carraher, D., & Schliemann, A. (1991). *En la vida diez, en la escuela cero.* México: Siglo Veintinuo editores.

Civil, M. (2002). Everyday Mathematics, Mathematicians' mathematics, and school mathematics: Can we bring them together? En Brenner, M.E. & Moschkovich, J. N. (Eds.), *Everyday and Academic Mathematics in the Classroom.* 40-62. Reston, Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics [NCTM].

Cordero, F. (2008). El uso de las gráficas en el discurso del cálculo escolar. Una visión socioepistemológica. En Cantoral, R., Covián, O., Farfán, R., Lezama, J. & Romo, A. (Eds.), *Investigaciones sobre enseñanza y aprendizaje de las matemáticas: Un reporte Iberoamericano* (págs. 265–286). México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa A.C.–Díaz de Santos.

Cordero, F., Cen, C., & Suárez, L. (2010). Los funcionamientos y formas de las gráficas en los libros de texto: una práctica institucional en el bachillerato. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, 13*(2), 187-214.

Cordero, F. (2013). *Matemáticas y el Cotidiano*. Diplomado Desarrollo de estrategias de aprendizaje para las matemáticas del bachillerato: la transversalidad curricular de las matemáticas Módulo III. Documento interno. Cinvestav –IPN.

Lave, J. (1988). *La cognición en la práctica.* España: Paidós.

Rodrigo, M. J. (1997). Del escenario sociocultural al constructivismo episódico: un viaje al conocimiento escolar de la mano de las teorías implícitas. En Rodrigo, J.M. & Arnay, J. (Eds.), *La construcción del conocimiento escolar* (págs. 177-191). España: Paidós.

Suárez, L. & Cordero, F. (2010). Modelación-graficación, una categoría para la matemática escolar. Resultados de un estudio socioepistemológico. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, 13(4-II),* 319-333

Tuyub, I. & Cantoral, R. (2012). Construcción Social del Conocimiento Matemático durante la obtención de genes en una práctica Toxicológica. *Boletim de Educaçao Matemática, 26,* 311-328.

Zaldívar, D. & Cordero, F. (2012). Un estudio socioepistemológico de lo estable: consideraciones en un marco de la divulgación del conocimiento matemático. En O. Covian, Y. Chávez, J. López, M. Méndez, A. Oktaç. *Memorias del Primero Coloquio de Doctorado*, ISBN: 978-607-9023-08-9, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Cinvestav. 203 – 212.