

## LOS USOS DE LAS GRÁFICAS EN LA RESIGNIFICACIÓN DE LO ESTABLE EN UN ESCENARIO DE DIFUSIÓN DE LA CIENCIA

José David Zaldívar Rojas, Francisco Cordero Osorio  
Cinvestav-IPN  
jzaldivar@cinvestav.mx; fcordero@cinvestav.mx  
Campo de investigación: Socioepistemología

México

Nivel: Superior

**Resumen.** Se presenta una investigación en la cual reportamos los usos de las gráficas en diferentes escenarios de divulgación de la ciencia cuando se trabajan ideas gráficas relacionadas con la estabilidad de las soluciones de una ecuación diferencial lineal con coeficientes constantes. En dichos escenarios de difusión se propone una situación de modelación del movimiento (SMM) que, con ayuda de calculadoras y sensores de movimiento, genera discusiones en la que los participantes hacen un uso de las gráficas que se generan con la calculadora o que ellos proponen. Dichos usos tienen un carácter funcional y un sentido específico que no dependen de las propiedades analíticas de la función que ahí interviene. En el desarrollo de dichos “usos” entre los participantes consideraremos la resignificación de lo estable cuando se pone en juego el momento en el que el comportamiento asintótico generado por las calculadoras o propuesto por los participantes alude a la forma de la tendencia dada.

**Palabras clave:** Usos de las gráficas, resignificación, cotidiano

### Introducción y problemática

Esta investigación surge ante una necesidad de desarrollar una propuesta *ex profeso* para la divulgación de cierto conocimiento matemático dentro de un programa de difusión, cuya intención era integrar a los niños y niñas al desarrollo de la ciencia en el país (Cordero, *et al*, enviado para su publicación).

De acuerdo a lo anterior, se realizó una revisión bibliográfica sobre aspectos de la difusión y de la divulgación de la ciencia y se notaron algunas dificultades y críticas relacionadas a estos aspectos. Entre dichas críticas se encuentra, que la divulgación de la ciencia es considerada como una actividad de servicio, es una opción educativa no formal, donde se trata de hacer del conocimiento algo ameno y *divertido*, utilizando para ello un lenguaje claro y libre de tecnicismos. Las propuestas de divulgación se basan en el sensualismo de sus actores, además de que no se tiene claro el significado, impacto social e ideología de los programas de divulgación (González, 2003).

Bajo las consideraciones anteriores, es que se decidió diseñar el taller “Conozca al Señor Movimiento” (TCSM), cuya intencionalidad era la difusión de conocimiento matemático (Zaldívar,

Briceño y Cordero, 2009). La base del diseño del taller parte de la idea de que “difundir” es integrar un dominio científico en el *cotidiano* del ciudadano, donde la función de la difusión debe ser la de afectar dicho cotidiano (Cordero y Gómez, enviado para su publicación). Es por ello que consideramos como una problemática *la ausencia de un marco de referencia sobre los usos de las gráficas que los participantes realizan en un escenario de difusión de la ciencia cuando se discuten ideas relacionadas con la estabilidad de las soluciones de una ecuación diferencial con coeficientes constantes*.

Es así que se decidió realizar varias experiencias del taller, con la finalidad de caracterizar los elementos que ponen en juego participantes del taller cuando se enfrentan a una situación de modelación del movimiento en un escenario de divulgación. A partir de las experiencias creamos un marco de referencia sobre los usos de las gráficas que los participantes manifestaban desde su *cotidiano*. Es decir, nos esforzamos por entenderles no desde su formación escolar “formal”, sino desde su “sentido común”, sus “creencias”, a lo cual nos referiremos como “lo cotidiano”.

### **Metodología**

El TCSM se llevó a cabo en diferentes escenarios de difusión realizados por diversas instituciones. Los escenarios en los que estuvimos inmersos fueron: Cinvesniñ@s 1-2008 (Cinvestav-IPN); XVIII Semana de las Ciencias y Humanidades (Colegio de Guadalupe, S.A.), Platicando sobre Ciencia (Instituto de Ciencia y Tecnología D.F. (ICyT DF) y La Ciencia en las Calles (ICyT DF). Los escenarios fueron diferentes entre sí, pues se contaba con un público muy variado en edades y en formaciones escolares, así como también la asistencia al taller. Esto motivaba a que las actividades del mismo fueran evolucionando de manera distinta en cada uno de los escenarios, sin embargo, notamos una participación entusiasta de los asistentes que se sentían atraídos principalmente por la tecnología y la situación de movimiento propuesta. Se realizaron más de 15 experiencias del taller entre los diferentes escenarios anteriormente mencionados, con una participación promedio de 15 personas en cada experiencia. Las edades iban desde niños hasta personas adultas. Justamente al enmarcarnos en escenarios de difusión, esta es una variable no controlada durante todas las experiencias.

El taller se dividió en dos partes, una donde se discutían aspectos de variación del movimiento y otra que trata específicamente de la estabilidad. En este trabajo analizaremos esta segunda parte del taller. El objetivo de esta parte del taller era que los participantes desarrollen ideas relacionadas con *lo estable* en el comportamiento, y no así de la “estabilidad matemática”. Lo anterior mediante la discusión y explicación de ciertos comportamientos con tendencia. En este último aspecto radica la epistemología de lo estable. Es de esta forma que nos acercamos más a una matemática funcional, donde los usos que se realicen del conocimiento son cruciales en las explicaciones de los participantes.

En dicho taller, se presenta una situación de modelación del movimiento (SMM), que consiste en un sistema Masa-Resorte-Amortiguamiento (Figura 1). Con el empleo de calculadoras y de sensores de movimiento por parte de los participantes, así como de sus producciones escritas y orales, se dirigen las discusiones hacia la *predicción, anticipación e imitación de comportamientos, los cuales presentan una cierta tendencia*. Los participantes discuten aspectos relacionados con *lo estable*, siendo la ecuación diferencial asociada al fenómeno físico no explícita para ellos, de ahí que el taller persiga desarrollar lo estable en los participantes y no definir la estabilidad.



Figura 1. El instrumento de modelación

Los participantes simulan, observan y explican resultados del movimiento a través de las gráficas que se obtienen con las calculadoras o que algunas veces eran propuestas por los participantes. Justamente en los aspectos anteriores es donde consideramos que los participantes hacen un “uso de las gráficas” para explicar un fenómeno escolarmente enmarcado en el tema de la estabilidad de las soluciones de las ecuaciones diferenciales lineales.


La Socioepistemología es la perspectiva teórica que sustenta este trabajo, puesto que proporciona herramientas para formular construcciones de conocimiento, llamadas epistemologías, que

tengan como eje central una situación de uso de las matemáticas en un contexto específico, además de llamar la atención hacia los usos del conocimiento en situaciones específicas. Nuestra SMM está basada en el Binomio Modelación-Graficación (Suárez, 2008), pues tenemos una intencionalidad en el uso de las gráficas de los participantes del taller. Dichas prácticas de modelación y graficación se ven robustecidas gracias a la categoría del Comportamiento Tendencial de las Funciones (CTF), la cual, mediante argumentos gráficos, nos permitió realizar patrones deseables de comportamiento y discutir aspectos sobre ajustes en la estructura de los comportamientos gráficos. Es decir, hay un uso argumentativo ya que la gráfica pasa a ser un elemento central en explicaciones y, con esto, las gráficas adquieren un nuevo significado a la luz de sus usos en la situación.

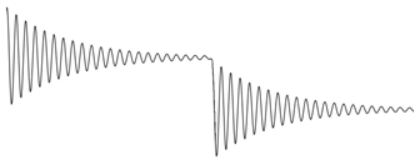
Presentamos a continuación algunas de las preguntas que dirigían el trabajo de los participantes en el taller:

TCSM

1. ¿Cómo es el dibujo del movimiento de un resorte cuando se le pone una pesa debajo?;
2. ¿Qué forma tendrá la gráfica del movimiento del resorte al paso de 10 minutos?;
3. ¿Cuáles son las diferencias entre estos dos comportamientos (gráficas)? ¿A qué se deben?



4. ¿Qué pasa si al resorte le ponemos dos pesas?, ¿cambiará la gráfica?
5. ¿Qué pasaría con la gráfica si ponemos una pesa y después de cierto tiempo transcurrido ponemos otra?
6. ¿Qué tuvo que pasar para obtener una gráfica como la que se muestra?



Cuadro 1

La primera actividad trata de resaltar los aspectos “naturales” que los participantes poseen sobre el movimiento del resorte. Se les pide que dibujen el movimiento de la situación física. Las producciones de los participantes son principalmente trayectorias, es decir, flechas verticales con dirección y de doble sentido (Figura 2).

En un segundo momento, se continúa con una confrontación cuando se realizan diferentes preguntas sobre los elementos de las propuestas de los participantes, principalmente sobre si el resorte se detiene o no, y si se detiene, dónde se puede observar en el dibujo que proponen en la primera actividad. Esta es la confrontación central de la situación, puesto que en este instante se propone a las calculadoras gráficas y a los sensores de movimiento como los medios con los cuales se puede obtener “la gráfica del movimiento” del fenómeno (Figura 3). La tecnología es usada tanto por los participantes como por los encargados del taller.

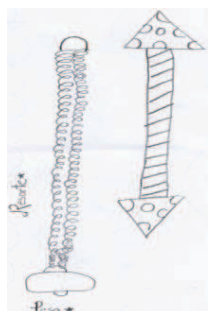
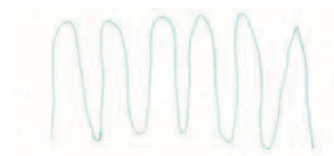


Figura 2. Ejemplo de producción de Trayectorias



Figura 3. Las curvas con la calculadora o realizadas por los participantes



Posteriormente se pregunta sobre el comportamiento de la gráfica del movimiento del resorte pero cuando hayan transcurrido 10 minutos de haber iniciado el muestreo con la calculadora (Figura 4). Esta es la actividad que comienza a tratar sobre los aspectos de lo estable, pues se trata de que los participantes predigan el comportamiento de la situación y anticipen la forma de la gráfica que representaría lo que se solicita.

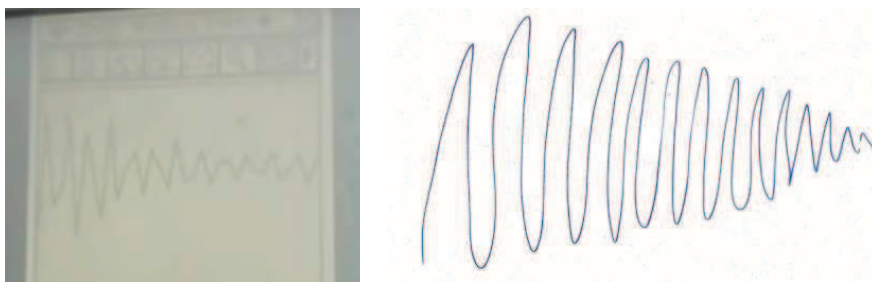


Figura 4. Las curvas después de 10 minutos (con la calculadora y una curva realizada por un participante).

En posteriores actividades se solicitan las diferencias sobre el comportamiento de dos curvas que representan el movimiento de resortes y también sobre los efectos en la curva cuando se realiza alguna alteración en los elementos del fenómeno y viceversa.

### Resultados y discusión

Presentaremos una actividad y algunos extractos que se desprenden de las producciones de los participantes. Se consideraron las producciones escritas, las argumentaciones, los comentarios y las gesticulaciones de los participantes como nuestros datos sobre los cuales se realizaron los posteriores análisis a partir de las videograbaciones de las experiencias.

La actividad que se propone es sobre la forma de la curva pero cuando hayan transcurrido 10 minutos (actividad 2, Cuadro 1), de un extracto de la experiencia que se realizó en La Ciencia en las Calles:

*EXT-LCC.S2.06.06.09-30:12*

D: *¿esto qué es?* (se refiere a la forma de la curva que la participante realiza)

P: *montañitas...*

D: *¿montañitas?... pero usted puso una recta... esto es una recta... ¿por qué una recta?...*(después de las montañitas se encuentra una recta. Figura 5)

P: *porque está parado...*

D: *¿Qué está haciendo allá?*

P: *estabilizado o... la elasticidad que tiene deja al resorte estable... y ya...* (Realiza con las manos un movimiento de arriba para abajo y lo va deteniendo poco a poco.

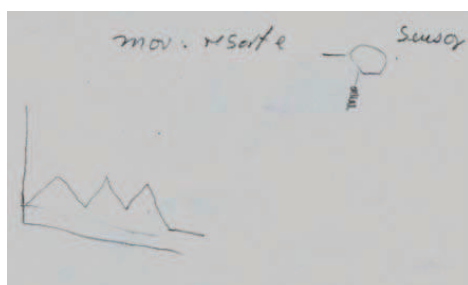


Figura 5. Curva realizada por una participante

A partir de este tipo de intervenciones es que delimitamos un marco de usos de las gráficas poniendo énfasis en los *funcionamientos y formas* de las gráficas (Cordero y Flores, 2007). Para este caso, los participantes realizan un *uso de la curva*, poniendo especial atención en la forma final de la curva propuesta, es decir, desde lo que nosotros admitimos como “lo cotidiano”: *lo estable se encuentra en la parte final de la curva que modela el comportamiento del resorte.*

Los usos que reportamos son los siguientes y además se presenta la manera en la que los participantes representaban del fenómeno:

#### I. El uso de la Trayectoria

I.1. Lo estable está en la dirección de las flechas realizadas por los participantes.

#### II. El uso de la Curva

II.1. Lo estable está en lo periódico de la curva. En los aspectos regulares de la forma.

II.2. Lo estable se encuentra en la parte final de la curva que modela el comportamiento del resorte.

II.3. Lo estable se encuentra en la amplitud de las ondas de la curva y en los picos.

#### III. El uso de la curva para analizar comportamientos entre dos curvas propuestas.

#### IV. El uso de la curva para analizar estructuras a partir de “alteraciones” en el fenómeno físico o en la gráfica que lo representa.

De acuerdo a los usos que reportamos a partir de las experiencias y de lo que los participantes al TCSM exhibieron, podemos afirmar que dichos “usos de las gráficas en lo estable” tienen un sentido específico que no dependía de las propiedades analíticas de la función que intervienen en

la situación, sino que las gráficas, o mejor dicho, las curvas que los participantes proponen o que la tecnología presenta, son los argumentos empleados para explicar los comportamientos. De hecho, nunca se trabaja con una gráfica de una función explícita, sino con comportamientos y curvas normados por el movimiento. De ahí, que concluyamos que hay una clara diferencia entre nuestra propuesta y otras propuestas sobre el uso de las gráficas.

Es así que el paso de la resignificación, o sea, el *uso del conocimiento en la situación donde se debate entre su funcionamiento y forma de acorde con lo que organizan los participantes* (Cordero, 2008) se presenta cuando el comportamiento asintótico propuesto por los participantes alude a la forma de la tendencia que se les plantea (Figura 7).

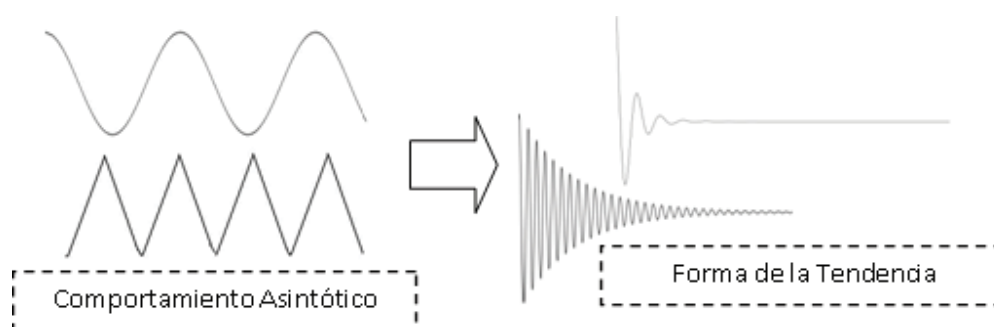


Figura 7. El paso de la resignificación

### Conclusiones y reflexiones finales

A partir de nuestro análisis de usos pretendemos entender más a fondo qué significa “afectar un cotidiano” desde nuestra perspectiva de investigación. Así mismo, cómo podemos interpretar ciertas situaciones como *rutinas* y desarrollar otras (Berger y Luckmann, 2006), con el fin de avanzar hacia una caracterización de una construcción de conocimiento en escenarios de difusión, todo motivado por los usos que realizan.

Por otro lado, podemos notar que en el modelo matemático, la estabilidad se expresa por una idea de asintoticidad, es decir, el concepto que rige en la estabilidad de las soluciones es la asintoticidad. Lo anterior significa que la estabilidad de las soluciones de una ecuación diferencial con coeficientes constantes se discute a través de una  $x$  que tiende al infinito, con una fuerte idea



en el límite. Sin embargo, resulta que en nuestras experiencias vemos que el “cotidiano específico” no usa argumentos de cuando  $x$  tiende a infinito. La “estabilidad” en dado caso, la expresan en otras cosas: los picos, la amplitud de las curvas, en las rectas.

Con ello queremos decir que es importante dejar de considerar a este tipo de espacios como meras actividades lúdicas, recreativas e informales. Es necesario entender que en estos escenarios de difusión hay inmersos diversos fenómenos cuando se trata de llevar la ciencia a las esferas de la sociedad, pues acarrear sus propias dificultades y problemáticas que, sin duda, son muy diferentes a las que se encuentran en un salón de clases.

Con nuestro diseño de situación y la posterior delimitación de nuestro marco de usos de las gráficas, mostramos una manera de insertarnos en programas de difusión y mirar la producción de un “cotidiano” cuando se enfrentan a actividades diseñadas para la difusión del conocimiento matemático. Es una manera de “desescolarizar el saber” y mirar cómo es usado por los ciudadanos, además de que la socioepistemología nos permite discutir aspectos cuando nos alejamos del salón de clases.

Llamamos la atención con nuestro marco de usos de las gráficas de una categoría más cercana a lo funcional y al cotidiano. A dicha categoría ha convenido llamarle *Categoría del Comportamiento Tendencial*, pues para los participantes la *curva* que formulaban era lo importante a la hora de discutir sobre el movimiento, además de que este normaba dicha “curva”. Dicha categoría no está expresada en términos del *infinito*, sino de comportamientos con tendencia.

### Referencias bibliográficas

- Berger, P. y Luckmann, T. (2006). *La construcción social de la realidad*. Madrid: Amorrortu.
- Cordero, F. (1998). El entendimiento de algunas categorías del conocimiento del cálculo y análisis: el caso del comportamiento tendencial de las funciones. *Revista Latinoamericana de Matemática Educativa* 2 (1), 56-74.
- Cordero, F. (2008). El uso de las gráficas en el discurso del cálculo escolar. Una visión socioepistemológica. En R. Cantoral, O. Covián, R. Farfán, J. Lezama y A. Romo (Eds.) *Investigaciones sobre enseñanza y aprendizaje de las matemáticas: un reporte Iberoamericano*

(pp. 285-309). México, D.F.: Díaz de Santos-Comité Latinoamericano de Matemática Educativa. A.C.

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.

Cordero, F., Albores, A., Briceño, E., Cabrera, L., Canché, E., Cen, C., Gómez, K., Miguel, M., Silva, H., Simón, G., Soto, D., Viramontes, D., Zaldívar, J. Cinvesniñ@s. Una experiencia de difusión del conocimiento científico. *Avance y Perspectiva*. (Enviado para su publicación).

Cordero, F. y Gómez, K. Los procesos de difusión del conocimiento matemático: la funcionalidad y el cotidiano. *Revista Latinoamericana de Matemática Educativa*. (Enviado para su publicación).

González, M. (2003). *La divulgación de la ciencia en su discurso frente al público*. Tesis de maestría no publicada. Departamento de Investigaciones Educativas, Cinvestav-IPN, México.

Suárez, L. (2008). *Modelación-Graficación, una categoría para la matemática escolar. Resultados de un estudio socioepistemológico*. Tesis de doctorado no publicada. Cinvestav-IPN, México.

Zaldívar, D., Briceño, E. y Cordero, F. (2009). *Una experiencia de modelación del movimiento en un programa de difusión de la ciencia* [Resumen]. Documento presentado en el XLI Congreso Nacional de la Sociedad Matemática Mexicana. Matemática Educativa. Toluca, Estado de México.