

## CATEGORÍAS DE USO DE LAS GRÁFICAS EN INGENIERÍA<sup>‡</sup>

Alba Gabriela Lara Medina, Francisco Cordero Osorio  
Cinvestav-IPN. (México), Universidad Católica de Valparaíso. (Chile)  
[aglara@cinvestav.mx](mailto:aglara@cinvestav.mx), [fcordero@cinvestav.mx](mailto:fcordero@cinvestav.mx)

Campo de investigación: socioepistemología. Nivel educativo: superior

Palabras clave: socioepistemología, resignificación, uso de las gráficas, marcos de referencia

### Resumen

Los modelos empleados en la didáctica de la matemática han estado fuertemente anclados al predominio de epistemologías de conceptos matemáticos, dejando a un lado el hecho que la matemática está al servicio de otros dominios científicos y de otras prácticas de referencia (Cordero, 2006). Lo cual nos ha llevado a realizar una investigación que busca ubicar los *marcos de referencia donde el conocimiento matemático adquiere sentido y significación* (Cantoral y Farfán, 2003). Para ello realizamos un estudio de los usos de las gráficas en Ingeniería, de manera particular en mecánica de fluidos.

### Introducción

La falta de integración entre el conocimiento matemático y el de ingeniería es una de las problemáticas existentes (Romo, 2003). La matemática impartida en las escuelas de ingeniería no considera las necesidades específicas de cada carrera. De manera que la matemática no se constituye en una herramienta que les permita modelar problemas propios de su área (Romo, 2003), debido a que una de las creencias existentes es aquella donde el estudiante tiene que cumplir ciertas secuencias de repetición a través de una lista considerable de ejercicios, tal vez con la finalidad de que el estudiante memorice algún tipo de procedimiento matemático (Cen y Cordero, 2005). Estas experiencias favorecen un estatus utilitario de la matemática, pero no así funcional donde el conocimiento matemático transforme una realidad y al participante mismo.

Todo ello debido a que las prácticas institucionales no han sido los argumentos, en las reflexiones educativas, para reconstruir el conocimiento matemático (Cordero, 2006). Así surge nuestro interés en hallar prácticas que permitan que el conocimiento matemático sea un conocimiento funcional.

Nuestro estudio está basado en el enfoque socioepistemológico, el cual tiene como programa crear un modelo del conocimiento matemático que dé cuenta de las prácticas institucionales y genere un discurso que ofrezca los marcos o prácticas de referencia donde se resignifique la matemática.

### Antecedentes

El usar una aproximación socioepistemológica es debido a que esta perspectiva incorpora de forma sistémica cuatro componentes para la construcción social del conocimiento: su naturaleza epistemológica, su dimensión sociocultural, los planos de lo cognitivo y los modos de transmisión vía la enseñanza (Cantoral y Farfán, 2003).

---

<sup>‡</sup> 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.

Tomar la tesis socioepistemológica de que las prácticas sociales han sido y son las que van generando conocimiento matemático implica tomar la creencia que el ser humano construye conocimiento a la par de su experiencia con el mundo que lo rodea (Cen, 2006; Cordero, 2005; Roth & McGuinn 1997, 1998), es decir el conocimiento no preexiste al ser humano. De esa manera es que la práctica social como unidad de análisis no analiza a los participantes sino a los usos (y costumbres) de los participantes, porque lo que nos importa de los participantes son sus formas de constituir conocimiento (Flores, 2005). Es así que nuestra investigación está enfocada a ubicar los distintos usos de las gráficas en Mecánica de Fluidos. Esto nos proporcionará datos sobre los métodos de uso de la graficación a través de sus prácticas institucionales; además de las distintas comprensiones de las gráficas en tanto su función y su forma por la clase de actividades que generen sus prácticas institucionales y por último conocer las similitudes que alternan con diferentes dominios y reflejan una resignificación institucional.

### **Categorías de uso en ingeniería**

Considerar a la graficación como una habilidad cognitiva (destreza para graficar), limita la problemática ya que la reduce a la creencia de que hay estudiantes más o menos capaces para graficar (Roth, 1997). Sin embargo, tratar a la graficación como una práctica social amplía la problemática ya que necesariamente incorpora elementos como lo institucional en la constitución de un saber. Roth (1997) realizó un estudio en el cual ubica algunos usos de gráficas en las áreas científicas y de ingeniería, en ese estudio comenta que cuando las investigaciones toman a la graficación como una habilidad cognitiva, los investigadores que desarrollan dicha investigación, consideran que el conocimiento se representa en la mente de los estudiantes y por lo tanto no podemos verlo, es así que se dan a la tarea de comprender lo que los estudiantes realizan ante una práctica dada, así como los procesos mentales que realiza para graficar. Debido a eso es que Roth nos llama la atención a considerar más que a las gráficas ver a la práctica de graficación, es decir verla como una práctica observable y no sólo como una habilidad cognitiva. La diferencia entre una habilidad cognitiva y una perspectiva práctica es ejemplificada por la diferencia entre el significado de los signos (palabras, gráficas, fórmulas) residentes en algunas cabezas (mente de las personas) y el uso de los signos como parte de práctica discursiva diaria de una comunidad (Roth & McGuinn, 1998).

Las gráficas las considera como una representación o dibujo de “algo” que requiere ser expresado de alguna forma, es decir es una inscripción. Las inscripciones son signos incluidos materialmente en algún medio, como en papel, computadoras, etc., (ejemplos de inscripciones: gráficas, tablas, listas, fotografías, diagramas, ecuaciones), todas ellas son públicas y están disponibles ya que son objetos sociales, las cuales podemos hallar en nuestro entorno cultural (Roth & McGuinn, 1998).

El conocimiento y aprendizaje de las matemáticas esta situado en una comunidad de práctica social e intelectual, y para su conocimiento el conocimiento matemático debe ser útil, los individuos deben aprender a actuar y razonar matemáticamente en el escenario de su práctica. Por ello es que conciben a la graficación como una práctica que tiene como fin una meta

específica. Esta perspectiva destaca la naturaleza de las gráficas en las comunidades científicas como objetos semióticos, dispositivos retóricos, y dispositivos de reclutamiento, las cuales tienen objetivos principales:

- *Las gráficas son objetos semióticos<sup>§</sup> que constituyen y representan otros aspectos de la realidad.*

Por ejemplo se pide a los estudiantes que se imaginen caminando a lo largo de un cuarto; se les pide que entre varias gráficas elijan una, o bien se les pide trazar una gráfica que represente lo que caminaron.

- *Las gráficas sirven como función retórica en la comunicación científica.*

Las gráficas son usadas para traer luz a ciertas características de la naturaleza de las construcciones de los investigadores. Aquí es posible ver las relaciones entre las gráficas como un significado para constituir un fenómeno (las manipulaciones experimentales científicas que culminan en una gráfica a través de la cual el fenómeno llega a la vida), y las gráficas como evidencia de un fenómeno que entra en el discurso diario como un hecho.

- *Las gráficas actúan como dispositivos de reclutamiento que median las actividades científicas colectivas.*

Como un aspecto central de una práctica, las gráficas tienen otra función, además de ser inscripciones (objetos semióticos) son usados para propósitos retóricos. Como dispositivo de reclutamiento, las gráficas coordinan manteniendo interacciones en el mismo sentido que otras representaciones visuales para alistar la participación de aquellos quienes emplearon el laboratorio o publicaciones científicas, donde los usuarios deben emplear generando, editando, y corrigiendo gráficas durante su construcción. Este uso es propio en cada una de las comunidades científicas, es decir, es posible tener una misma gráfica y sin embargo un biólogo y un economista pueden obtener distinta información de la misma gráfica. Ya que cada uno de ellos tiene un uso diferente de dicha gráfica (Roth & McGuinn, 1997).

En el análisis presentado subyace una epistemología centrada en el concepto de función. Nosotros, en cambio, estamos haciendo una categorización del uso de las gráficas en la ingeniería centrandó la epistemología en las prácticas sociales, es decir, identificamos esas prácticas que permiten crear un conocimiento funcional para comprender el uso de las gráficas en tanto su función y su forma por la clase de actividades que generen sus prácticas institucionales, y las similitudes que alternan en los diferentes contextos, de los dominios de conocimiento, según las resignificaciones institucionales.

La investigación desarrollada por Cen (2006) da evidencia que las gráficas tienen un fin argumentativo y un desarrollo. Como ejemplo esta el desarrollo de la parábola, el cual reporta el uso de las gráficas:

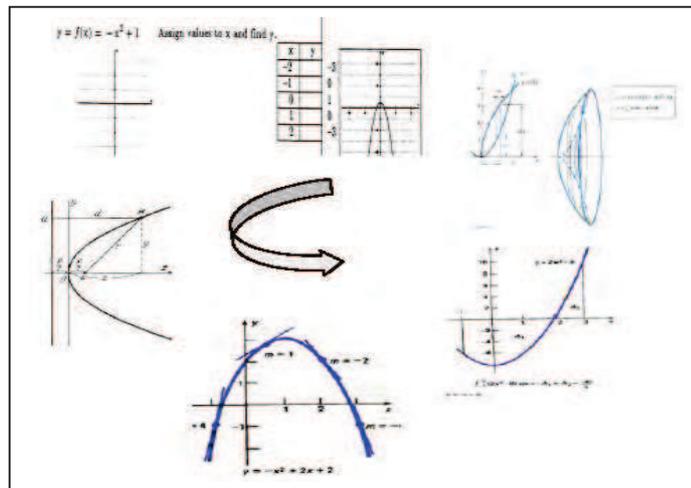
En el bachillerato<sup>\*\*</sup> el estudiante se enfrenta por vez primera a la parábola en el primer semestre, en específico en la unidad 4, donde el uso de la gráfica es la *distribución de puntos y la interpretación geométrica*, la forma de conocer a la parábola es a través de una tabla de valores previamente establecido y la ubicación de puntos en el plano cartesiano donde el *funcionamiento* es el bosquejo de la ecuación, una vez hecho lo anterior se ven las transformaciones (traslados horizontales y/o verticales, la contracción o estiramiento) de la

---

<sup>§</sup> Objetos semióticos: fenómenos percibidos y herramientas disponibles (técnica, lingüística) cambian y son mutuamente ajustados hasta que pueden ser mirados como isomórficos.

<sup>\*\*</sup> El ciclo del bachillerato en México corresponde a tres años de estudios. Los cursos son organizados semestralmente; comprenden las edades de 16-18 años aproximadamente.

parábola; el siguiente uso que aparece (Semestre 3, unidad 5) es *la interpretación geométrica de una ecuación*, donde el *funcionamiento* es la asociación gráfica-expresión algebraica, a través de *formas* como los elementos que intervienen en la parábola (vértice, foco, directriz); después aparece el uso *comportamiento de la curva* (Semestre 4), donde el *funcionamiento* es identificar los intervalos donde la función es creciente, decreciente, máximos y mínimos de la función, a través de *formas* como la primera y segunda derivada y el último uso es el *cálculo de áreas y volúmenes* (Semestre 5) en donde de alguna forma el foco de atención ya no está en la forma de la gráfica sino en la unidad de análisis que se describe con la o las gráficas, la cual es la función a integrar, el *funcionamiento* es el uso mismo, a través de la *forma* de integrales.

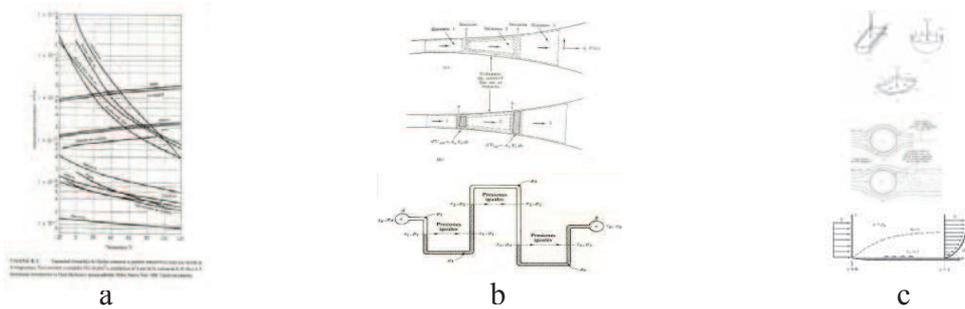


Si el uso de las gráficas en el bachillerato se desarrolla, entonces podemos pensar que ocurre lo mismo en el nivel superior.

Veamos el caso de la ingeniería, las graficas usadas en Cálculo Diferencial e Integral y las empleadas en Mecánica de Fluidos también deben desarrollarse y resignificarse. Para ello hemos realizado un análisis de algunos libros de texto de Mecánica de fluidos con el fin de ubicar los distintos patrones en las gráficas, e identificar el tipo de actividades que generen cierto tipo de gráficas, lo cual nos lleva a hablar de usos de las gráficas.

Hemos identificado algunos usos de las gráficas de los que podemos mencionar:

- a) Variación numérica para las propiedades de los fluidos.
- b) Compara las distintas propiedades de los fluidos como lo son la densidad, la viscosidad entre otras.
- c) Interpretación de un fluido en un escenario físico.  
Describe el comportamiento de un fluido en un volumen de control o bien en algún tipo de tubería.
- d) Interpretación de un elemento infinitesimal de un fluido.  
Se toma al elemento infinitesimal para ver el tipo de fuerza que se ejerce sobre el o estudiar su comportamiento dependiendo del tipo de régimen en el cual se mueve.



Tomemos una gráfica típica que aparece en los libros de Mecánica de fluidos, consideremos la **figura 1**, si vemos esta misma gráfica desde la perspectiva del Cálculo podemos hablar de comparación de curvas de las cuales podemos decir que tienen cierta concavidad, distintas pendientes, o bien de curvas que parten de un mismo estado de reposo. Ahora si vemos la misma gráfica desde Mecánica de Fluidos, esta figura compara cuatro ejemplos de fluidos con uno newtoniano (el esfuerzo cortante está relacionado linealmente con la razón de deformación de corte, también denominada velocidad de deformación angular). Un *fluido dilatante* es aquel que la resistencia a la deformación aumenta al aumentar el esfuerzo cortante. Por el contrario, un *fluido pseudoplástico* es el que disminuye su resistencia al aumentar el esfuerzo. Si este efecto es muy importante, como en el caso marcado con la línea discontinua, el fluido se denomina *plástico*. El caso límite de la sustancia plástica es aquel que requiere un esfuerzo finito (límite de fluencia) antes de que fluya. La idealización del *fluido plástico Bingham* se muestra en la figura (White, 1987; Munson et al., 1999), este material es capaz de resistir un esfuerzo cortante finito sin moverse (por lo que no es un fluido) pero una vez que se excede el esfuerzo de cadencia, fluye como un fluido (por lo que no es un sólido) (Munson et al., 1999).

Figura 1

CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL	RESIGNIFICACIÓN	MECÁNICA DE FLUIDOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>☞ Comparación de curvas crecientes</li> <li>☞ Comparar de pendientes</li> <li>☞ Comparación de concavidades</li> <li>☞ De curvas que parten de un estado de reposo</li> </ul>	<p>Fig. 1.8 Comportamiento reológico de diversos materiales. (a) Esfuerzo en función de la velocidad de deformación. (b) Efecto del tiempo sobre los esfuerzos aplicados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☞ Comparación de un fluidos con uno newtoniano</li> <li>☞ Resistencia a la deformación de un esfuerzo cortante</li> <li>☞ Aumento o disminución de la viscosidad debido a una deformación constante</li> </ul>

Lo anterior nos permite ver que las gráficas empleadas en Cálculo tienen que resignificarse en Mecánica de Fluidos.

Ahora bien tomando las categorías establecidas por Roth, podemos ver que el uso de la gráfica anterior sería como un objeto retórico (tomemos como retórico el discurso empleado en los libros de texto), ya que es la misma gráfica que permite hablar del comportamiento de un fluido, y de la resistencia del esfuerzo cortante del mismo.

## Comentarios finales

Esta investigación contribuye con elementos que pudieran ayudar a conformar un marco de referencia distinto al dominio matemático como lo es la Ingeniería. Compartimos con Romo (2003) en que la matemática impartida en las escuelas de ingeniería no considera las necesidades específicas de cada carrera, debido a que el discurso matemático escolar está diseñado de forma tal que el Cálculo Integral y Diferencial lo ven como un conocimiento ajeno a Mecánica de fluidos y esto mismo impide que la enseñanza del Cálculo sea algo funcional en el estudiante lo cual obstaculiza que el conocimiento logre resignificarse.

## Referencias bibliográficas

- Cantoral, R. y Farfán, R. (2003). Matemática Educativa: Una visión de su evolución. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 6(1), 27-40.
- Cen, C. y Cordero, F. (2005). El uso de las gráficas de los alumnos en el bachillerato. *Resúmenes de la Decimonovena Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa*. Uruguay. p. 239.
- Cen, C. (2006). *Los Funcionamientos y las formas de las gráficas en los libros de texto: Una práctica institucional en el bachillerato*. Tesis de Maestría no publicada, Departamento de Matemática Educativa, Cinvestav-IPN, México.
- Cordero, F. (2006). El Uso de las Gráficas en el Discurso del Cálculo Escolar. Una visión Socioepistemológica. En *Investigaciones sobre enseñanza y aprendizaje de las matemáticas: Un reporte Iberoamericano*. R. Cantoral, Covián, O., Farfán, R. M., Lezama, J., y Romo, A. (Eds.). México: Díaz de Santos. Comité Latinoamericano de Matemática Educativa AC, 265 - 286.
- Flores, R. (2005). *El uso de las gráficas en el discurso matemático escolar. Un estudio socioepistemológico en el nivel básico a través de los libros de texto*. Tesis de Maestría no publicada, Departamento de Matemática Educativa, Cinvestav-IPN, México.
- Munson, B., Okiishi, T. y Young, D., (1999). *Fundamentos de Mecánica de Fluidos*, Editorial Limusa.
- Romo, A. (2003). *Herramienta metodológica para el análisis de conceptos matemáticos en el ejercicio de la ingeniería*. Tesis de Maestría no publicada, Departamento de Matemática Educativa, Cinvestav-IPN, México.
- Roth, W. y McGuinn, M. (1997). Graphing: A cognitive ability or practice? *Science Education*, 81, 91-106.
- Roth, W. y McGuinn, M. (1998). Inscriptions: Toward a Theory of Representing as social practice. *Review of Educational Research*, 68, 35-59.
- White, F. (1987) *Mecánica de fluidos*. Editorial McGraw-Hill.