

MATEMÁTICA FUNCIONAL EN UNA COMUNIDAD DE CONOCIMIENTO. UNA SITUACIÓN DE ACUMULACIÓN EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS CIVILES

Johanna Mendoza y Francisco Cordero

CINVESTAV.

ejmendoza@cinvestav.mx, fcordero@cinvestav.mx

México

Resumen. Este estudio problematiza dos aspectos centrales: el no reconocimiento de los usos del conocimiento matemático (CM) propios de la ingeniería y un discurso matemático escolar que no formula marcos de referencia para resignificar el CM en el dominio de la ingeniería. Para abordar la problemática se selecciona una situación de acumulación propia de la ingeniería civil, la cual genera una argumentación de estabilidad, donde la graficación fue el modelo de las resignificaciones de comportamientos tendenciales. Así, finalmente se reconoce el argumento de estabilidad, con ingenieros en formación, en el análisis de los patrones de tendencia con la variación, en la situación específica

Palabras clave: graficación, modelación, ingeniería, comunidad de conocimiento

Abstract. This study problematizes two central aspects: non-recognition of the uses of mathematical knowledge (CM) of engineering and school mathematical discourse makes no frameworks for meaning to the CM in the domain of engineering. To address the problem of selecting an accumulation situation own civil engineering, which generates a stability argument where graphing was the model of trend behaviors resignifications. So, finally recognized the argument of stability, with engineers in training, analysis trend patterns with variation in the specific situation

Key words: graphing, modeling, engineering, knowledge community

Introducción

En esta investigación se caracteriza a la graficación como un modelo de las resignificaciones de los comportamientos tendenciales, generadas por una argumentación de estabilidad en una situación específica de acumulación. Todo esto en la usanza de una comunidad de conocimiento matemático de ingenieros en formación. Se destacan los comportamientos tendenciales modelados gráfica y analíticamente. El objeto en cuestión consiste de las ecuaciones diferenciales lineales con coeficientes constantes, que modelan una tendencia asintótica. Se evidencian la alternancia entre los funcionamientos y las formas de lo analítico y lo gráfico propios de una comunidad de conocimiento que se sitúa en su cotidiano escolar, al someterse a una situación específica.

La enseñanza de la matemática para la ingeniería es la problemática que se aborda en esta investigación, donde prevalece el dominio de la matemática por encima del conocimiento de la ingeniería. Este hecho obliga desconocer la existencia de una dualidad de la matemática escolar y el carácter de herramienta con el que la matemática es asumida dentro de la ingeniería. Por ello, en la enseñanza de la matemática se formulan marcos de referencia que ignoran el uso del conocimiento matemático en el dominio de la ingeniería y más bien asumen un carácter autoritario sobre el conocimiento que debe ser enseñado.

Así, la problemática consiste en que no hay marcos de referencia explícitos que ayuden a resignificar el conocimiento matemático en otros dominios disciplinares, como la ingeniería: se

desconoce su funcionalidad y sus usos, en las diferentes comunidades de conocimiento que la conforman.

Para abordar tal problemática, con ánimos de contribuir a pesar de su dimensión, en este estudio, se caracteriza el uso de la graficación al enfrentarse a una situación de acumulación de un fluido. Los participantes se someten a una Actividad diseñada donde se evidenciaron los usos de la graficación en la modelación de comportamientos tendenciales.

La graficación pasa a ser el enlace entre los diferentes procedimientos analíticos. Al graficar lo que pudiera ser la solución de una ecuación diferencial lineal con coeficientes constantes, los ingenieros en formación, construyeron argumentos de estabilidad para caracterizar modelos gráficos y analíticos que hablan de la solución de la ecuación diferencial y a la vez de la situación de acumulación.

La teoría socioepistemológica

Desde sus inicios, la Teoría Socioepistemológica (TSE) ha planteado que la matemática escolar es de naturaleza dual. Este hecho amplió la problemática al incorporar la *justificación funcional* a los cuestionamientos del quehacer disciplinar de la Matemática Educativa. Ha sido muy importante ampliar esta problemática hacia otros dominios o prácticas de referencia donde la matemática adquiere sentido y significación (Cantoral y Farfán, 2003). Esto conllevó a ampliar la visión para entender la construcción del conocimiento matemático y el discurso matemático escolar (dME) con relación en otros dominios. Habrá entonces que favorecer una visión donde se permita resignificar los conocimientos matemáticos, que beneficie el uso de la matemática, que propicie el estudio no en sí del conocimiento sino de su función social (Mendoza, 2013).

La naturaleza dual de la matemática escolar consiste en entender que en algún momento la matemática es el objeto de estudio y en otro momento no lo es. Por ejemplo, hay individuos que estudian matemáticas para ser matemáticos. En ese sentido la matemática escolar trata a la matemática como un objeto de estudio. Pero también tenemos que entender que la matemática es un instrumento para otros dominios (Cordero, 2008).

Existe el profesional usuario del conocimiento matemático, no es matemático y usa la matemática, pero no como objeto de estudio. En este escenario impera la justificación funcional (Cordero, 2013; Cordero, Mena & Montalto, 2010). Es decir, el uso del conocimiento matemático está normado por las prácticas del trabajo de un profesional no matemático (Tuyub, Cordero y Cantoral, 2009).

Efectivamente interesa entender cómo un sujeto construye conocimiento, en su condición de

sujeto situado, que pertenece a una cultura, a una comunidad. Nos referimos a un sujeto social cuyas vivencias le han proporcionado conocimiento (Mendoza, 2013). El énfasis está en identificar la matemática funcional que emerge durante su actuar y así caracterizarla.

Cabe mencionar, que la TSE trata con tres escenarios diferentes de la matemática: el conocimiento matemático, el conocimiento escolar y el conocimiento del cotidiano, cada uno con diferentes funciones. Son varias las relaciones entre los escenarios. Sin embargo, interesa la que relaciona el conocimiento escolar con el conocimiento cotidiano, debido a que podría ofrecer elementos para trastocar el dME. El sistema educativo formula que la matemática es enseñada para afectar el cotidiano del ciudadano, y tal vez por ello, el conocimiento escolar se establece *para* el conocimiento del ciudadano, pero no así en el otro sentido. (Cordero, 2013, Mendoza 2013). Conviene preguntarse ¿cómo conoce y usa el conocimiento un ciudadano? Es decir, ¿cómo es el uso del conocimiento desde el ciudadano?

En nuestro caso el ciudadano es el ingeniero, de ahí nos hemos preguntado el uso del conocimiento matemático *desde* la ingeniería. El ingeniero se encuentra en interacción con otros ciudadanos y de esta manera está presente en diversas situaciones, en algunas de ellas hace uso de conocimiento matemático.

El uso del conocimiento matemático desde el ámbito de la ingeniería y la situación específica

Seleccionamos una situación específica, la cual le hemos llamado: acumulación de un fluido. Esta presume estar en el ámbito de la ingeniería: por un lado, aparece en la ingeniería en formación y, por el otro lado, aparece en la jerga disciplinar de la ingeniería (Solís, 2012 y Mendoza & Cordero, 2011).

La situación específica genera una argumentación de estabilidad, en la cual la graficación es el modelo de las resignificaciones de comportamientos tendenciales, con procedimientos de variar parámetros e instrucciones que organizan comportamientos. Los usos de las gráficas son las modelaciones que se resignifican confrontando sus funcionamientos y formas a través de múltiples realizaciones, realizaciones de ajustes, construcción de patrones y desarrollo del razonamiento.

El que interviene en la situación específica es la comunidad de conocimiento matemático del ingeniero C C(Ing). La triada (reciprocidad, intimidad, localidad) expresará lo propio de esos ingenieros que intervinieron en la situación. La especialidad, ingeniería civil, de alguna manera estará reflejada en los ejes: institucional e identidad. Así la permanencia de los usos de las gráficas dependerá del proyecto de la comunidad.

A continuación se presenta la epistemología de uso de las gráficas y los aspectos que son

necesarios a considerar en la situación específica. Éste nos permite apreciar los significados, procedimientos y argumentaciones, elementos claves en la construcción de conocimiento desde las prácticas (Cuadro 1).

	Transformación	Acumulación de un fluido
Significaciones	- Tendencia y comportamiento	- Acumulación - Nivel del líquido - Gasto de salida y entrada - Equilibrio
Procedimientos	- Comparar las variables - Buscar patrones de comportamiento - Buscar la tendencia de las variables cuando t crece - Graficar y realizar ajustes para encontrar un patrón deseado - Variar parámetros de los coeficientes	- Restar: lo que entra menos lo que sale - Comparar el comportamiento del gasto de entrada y el de salida. - Buscar la tendencia en el comportamiento cuando t crece
Lo funcional	- Modelo de un comportamiento con tendencia	
Argumentación		Estabilidad

Cuadro 1. Epistemología de uso de gráficas en una situación de acumulación de fluidos.

Aspectos metodológicos

La epistemología es la base de la actividad, que se pone en juego con ingenieros en formación de sexto semestre de ingeniería civil de la Universidad Autónoma de Chiapas. Las componentes de la epistemología están en relación con la situación de acumulación de un fluido y los argumentos tendenciales que emergen de procedimientos como la variación de parámetros, las múltiples realizaciones y la búsqueda de patrones.

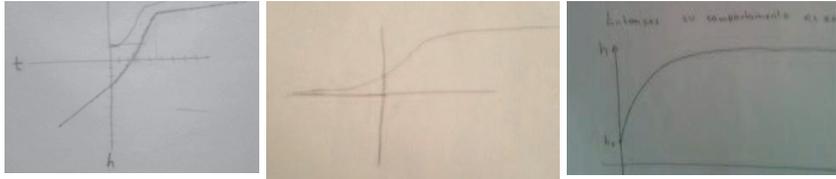
El objetivo de la actividad es someter a los ingenieros en formación a una situación donde la formulación de conjeturas y la toma de decisiones, a la vez que interactúan con sus pares, nos den evidencias del uso del conocimiento matemático aquí abordado en la comunidad de conocimiento que ahí se conforma.

La Actividad fue diseñada en tres momentos: 1. Significaciones de acumulación, nivel del líquido, fluido y equilibrio. 2. Construcción de modelos analíticos y gráficos. Una alternancia entre los dos dominios 3. El uso de la gráfica en la argumentación.

Lo que se encontró

Nuestro interés está en caracterizar el uso de la gráfica en la resignificación de comportamientos tendenciales, donde la alternancia entre el funcionamiento y la forma de lo analítico y lo gráfico

norma este uso. En la actividad planteada, variables como el volumen acumulado en el tanque, el nivel del líquido y el gasto de salida son determinantes en tanto que sus comportamientos expresan cierta tendencia asintótica. Es por ello, que centramos este análisis a la forma como los ingenieros en formación discuten alrededor de estas variables y como sus significados conceden procedimientos que en conjunto develan el argumento de estabilidad (Cuadro 2).

MOMENTOS	Evidencias
Significaciones de acumulación, nivel del líquido, fluido y equilibrio.	<p>“El volumen varía con respecto al tiempo y depende del gasto de entrada y del gasto de salida”</p> <p>“Si la entrada es la misma que .. el que sale, entonces ese nivel no cambiaría, el nivel que tenga dentro del tanque”</p> <p>“El gasto de salida puede depender de muchas cosas. De la presión del agua, de la columna de agua, y esto va a variar, por lo que mientras más vaya desocupándose el tanque la columna de agua va disminuyendo, va a haber menos presión, y va a salir con menos velocidad. A que si estuviera mas o menos llenos saldría con mayor velocidad y tendría mayor presión</p>
Construcción de modelos analíticos y gráficos. Una alternancia entre los dos dominios	<p>“gasto de entrada menos gasto de salida, ahí sería el volumen que está quedando dentro del tanque”</p> <p>“Está entrando cierta cantidad, está saliendo otra, pues la diferencia ... de esas dos, de entrada y salida, quedaría, una cierta cantidad en el tanque”</p> <p>“el volumen del agua va variando con respecto al tiempo, si se va vaciando el nivel va bajando o va aumentando, la variación de la altura va a dar a la variación del volumen” y escriben $dV=Adh$</p> <p>“Va llegar en un momento que este va a quedar así , que ya ni va a subir, ni va a bajar, solo con el gasto constante, se puede mantener Se va a suponer que ...suponte que va a ir subiendo, subiendo va a llegar algún momento en que va a quedar en equilibrio, sin modificar aquí y acá (Señala en un dibujo del tanque).</p> <p>Gráficas elaboradas para la variación del nivel del líquido</p> 

El uso de la gráfica en la argumentación.



E: o sea en el tiempo cero, ya tenemos un volumen, no? Es lo que estaban diciendo
 D: En el uno sería para arriba
 E: Si estamos en el primer caso
 G: y, hay uno, donde llega hasta estabilizarse



$\rightarrow y = a + e^{-x} \rightarrow h = e^{-1/R} + RQ_e$

Cuadro 2. Momentos y evidencias.

Conclusiones

La puesta en escena de la actividad, brindó algunas formas de cómo el ingeniero en formación aborda la situación, al pronunciar nuevos retos dentro de la misma y al construir, con base en los usos de la gráfica, modelos de comportamientos tendenciales desde lo gráfico y lo analítico.

Los procedimientos y herramientas que dieron forma a estos modelos gráficos y analíticos fueron:

- ❖ Variación de parámetros.
- ❖ Simulaciones en la calculadora hasta obtener un patrón deseado.
- ❖ Realizaciones de ajustes tanto analíticos como gráficos.
- ❖ Comparaciones entre los comportamientos de las variables y sus variaciones.

En cuanto a los funcionamientos y formas del uso de las gráficas se evidenciaron los siguientes:

- ❖ La distribución discreta de puntos como herramienta para dibujar una curva con tendencia, al analizar las condiciones de la situación y mantener el argumento de estabilidad.
- ❖ El análisis de la curva en tanto a su concavidad para decidir la curva que modelaba el comportamiento tendencial. Este análisis se hizo desde la misma situación al sostener el momento de equilibrio que se debía alcanzar.

Se caracterizó lo propio de la comunidad de conocimiento matemático a la cual pertenecen los ingenieros en formación. En ese sentido, reconocemos una intimidad en la construcción de conocimiento, de ésta comunidad, en tanto que *reconoce el argumento de estabilidad en el análisis de los patrones de tendencia con la variación, en la situación específica.*

Agradecimientos Esta investigación está financiada por CONACYT con el Proyecto las Resignificaciones del Uso del Conocimiento Matemática: la Escuela, el Trabajo y la Ciudad. Clave 0177368.

Referencias bibliográficas

- Cantoral, R. y Farfán, R. (2003). Matemática Educativa: Una visión de su evolución. *Revista Latinoamericana de Matemática Educativa*. 6 (1), 27-40.
- Cordero, F. (2008). El uso de las gráficas en el discurso matemático 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. 265-286). México, D.F.: Díaz de Santos-Comité Latinoamericano de Matemática Educativa A.C.
- 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.
- Cordero, F., Mena, J. y Montalto M.E. (2010) Il ruolo della giustificazione funzionale in una situazione di risignificazione dell'asintoto. *L'insegnamento della Matematica*, Vol.33B N. 4. 457-488. ISSN 1123-7570.
- Mendoza, E. (2013). *Matemática funcional en una comunidad de conocimiento: el caso de las ecuaciones diferenciales lineales en la ingeniería*. Tesis de maestría no publicada. Departamento Matemática Educativa, Cinvestav-IPN, México.
- Mendoza, E. & Cordero, F. (2011). El Uso De Las Ecuaciones Diferenciales Y La Ingeniería Como Comunidad. En Flores, R (Ed). *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* (25), 1023-1030. Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.
- Solís, M. (2012). Las gráficas de las funciones como una argumentación del Cálculo. Caso de la predicción y la simulación en las ecuaciones diferenciales lineales de primer orden. Tesis doctoral no publicada. Departament de Matemática Educativa. CINVESTAV – IPN, D.F. México
- Tuyub, I., Cordero, F. & Cantoral, R. (2009). Un estudio socioepistemológico en la práctica toxicológica. En Lestón, P (Ed.) *Acta latinoamericana de Matemática Educativa* (22) pp 1247-1256.