

## **LA ESTABILIDAD Y SUS USOS EN UNA COMUNIDAD DE CONOCIMIENTO MATEMÁTICO DE INGENIEROS**

**E. Johanna Mendoza Higuera, Francisco Cordero Osorio**  
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, México

*Resumen: Esta investigación se trata de construir un marco de referencia que caracterice y estructure los usos de la estabilidad en situaciones específicas. Se estudiarán las resignificaciones de los usos en escenarios de la escuela, del trabajo y la ciudad. La problemática en cuestión, consiste en que suceden usos del conocimiento matemático propios de su cotidiano disciplinar (como la ingeniería) y diferentes de la Matemática Escolar. Buscamos identificar aspectos de funcionalidad que permitan construir un diálogo entre el aula y la realidad. En este avance de investigación se mostrará, grosso modo, la resignificación de la estabilidad desde el estudio de la obra de Lyapunov. Con ello, pretendemos ir conformando un marco socioepistemológico que oriente el diseño de situaciones para el aula en la enseñanza de las ecuaciones diferenciales lineales.*

Socioepistemología, ingeniería, estabilidad, usos

### **INTRODUCCIÓN**

Uno de los propósitos de la educación, es proveer a los ciudadanos de conocimientos que les permita mejorar sus condiciones de vida. Múltiples ejemplos dan cuenta que este objetivo no ha sido alcanzado. En específico, con respecto a la matemática, Gómez-Osalde (2015) ha reportado que la matemática escolar no trasciende al cotidiano del estudiante. Lo que “aprende” en la escuela, se queda en la escuela. Por otro lado, solo se dibuja una dirección de acción, de la matemática escolar al cotidiano; pero desde nuestra perspectiva, consideramos que el ciudadano también construye conocimiento en su cotidiano y que éste debería redundar en la matemática escolar. Por ello, nos abocamos a estudiar los usos del conocimiento matemático en diferentes escenarios de la escuela, pero también del trabajo y la ciudad (Cordero, 2016).

La tarea de investigación, que reportamos aquí, consiste en caracterizar los usos de la estabilidad desde la transversalidad entre la obra matemática, la ingeniería y el cotidiano del ciudadano. Todo esto articulado conformará una epistemología de usos para el rediseño del dME. Identificar usos de la matemática desde la ingeniería, tanto en su saber como en el hacer, así como la intencionalidad para llevarlo al aula, contribuirá en la problemática de aprendizaje de la matemática en la ingeniería. El resultado del estudio brindará elementos para el diseño de situaciones de socialización para la formación de ingenieros desde y con la ingeniería.

### **MATEMÁTICAS EN LA FORMACIÓN DE LOS INGENIEROS**

Se ha evidenciado un modelo tradicional en la formación de los ingenieros. Primero se da una formación básica en matemáticas, física, química; después se acerca a los estudiantes a las ciencias propias de su ingeniería; y finalmente los cursos profesionales que hacen referencia a problemas propios de la ingeniería donde usarán los conocimientos

“aprendidos” en los semestres anteriores (Cajas, 2009; Langereis, Hu y Feijs, 2013). En este sentido, la matemática es vista como herramientas para la solución de los problemas.

Desde nuestra mirada, en la formación y en la práctica laboral del ingeniero están involucrados conocimientos específicos de otras disciplinas, que denominamos secundarias, como la matemática, la física, la química, la tecnología, la programación, etc. Es decir, la ingeniería es multidisciplinar. Reconociendo esto se han formulado programas curriculares que forman un ingeniero integral, pero lo que ha imperado es la jerarquización de los conocimientos y su mirada desde la disciplina secundaria y no desde la ingeniería. Es así como la matemática se ha convertido en un núcleo fundamental para la formación del ingeniero.

En los últimos años, se ha estudiado la incorporación de la modelación matemática como estrategia de enseñanza de la matemática en los diferentes niveles educativos, así como de la formación de ingenieros (Romo-Vázquez, 2014, Rodríguez, 2016; Cardella, 2010; Camarena, 2009, entre otros). En algunos casos se diseñan situaciones para el aula donde se lleva a los estudiantes a transitar por los diferentes dominios y fases del proceso de modelación matemática; o, después de determinar ciertos métodos, propios de la ingeniería para resolver problemas de su práctica profesional, se plasman en una situación didáctica donde el modelo analítico juega un papel importante. Si bien, estas estrategias han sido un avance en la búsqueda de acercar al estudiante al conocimiento propio de su realidad profesional, no se han enfocado en analizar la matemática o la modelación propia de la ingeniería, ni tampoco han discutido ¿qué matemática debemos enseñar a los estudiante de ingeniería? ¿qué modelación matemática usa el ingeniero en su práctica profesional?

En nuestro caso, nos interesa entender la función social del conocimiento matemático desde la ingeniería y a partir de ahí generar situaciones de socialización de esta función que amplíen los episodios donde el estudiante construye conocimiento.

### **CONSTRUCCIÓN SOCIAL DEL CONOCIMIENTO MATEMÁTICO. LA TEORÍA SOCIOEPISTEMOLÓGICA**

La Teoría Socioepistemología (TSE) ha logrado formular que la matemática escolar tiene naturaleza dual. Es decir, que el conocimiento matemático tiene funciones diferentes según su uso dentro de las disciplinas. Para los matemáticos, es su objeto de estudio, y en otras disciplinas es tomada como una herramienta. Así, existen profesionales usuarios del conocimiento matemático, que no son matemáticos y que usan la matemática como un instrumento en su práctica profesional (Cordero, 2008). Al analizar estos usos, se observa que las justificaciones que conllevan la construcción de conocimiento matemático, también son diferentes. Por un lado, impera la justificación racional producto de la actividad matemática y por el otro, aparece la justificación funcional que surge de la actividad humana (Cordero, 2016) y que conllevan una intencionalidad definida por su cotidiano disciplinar (Tuyub, 2008).

Identificar elementos de la justificación funcional, amplía la problemática que conlleva la matemática escolar y ofrece formas de proponer otro marco de referencia para la enseñanza de la matemática en los diferentes niveles educativos (Cordero, 2016). Entonces ¿cómo

construir este marco? ¿cómo identificar estos elementos? ¿qué usos del conocimiento matemático suceden en otras disciplinas?

Nos interesa entonces entender cómo un sujeto construye conocimiento desde su condición de ciudadano, en los diferentes escenarios en los que participa. Caracterizar los elementos de función y forma del uso del conocimiento en el cotidiano permitirán construir el marco de referencia ya mencionado. Por ello, estudiamos los usos del conocimiento matemático para formular una epistemología que evidencie la transversalidad de resignificaciones de estos usos.

### **USOS DE LA ESTABILIDAD EN LA INGENIERÍA**

Nuestra investigación, busca aportar al marco de referencia mencionado desde el estudio de usos de la estabilidad. Para evidenciar una transversalidad de estos usos proponemos identificar las resignificaciones de la estabilidad en diferentes escenarios como la obra matemática, el cotidiano, el discurso Matemático Escolar y la Ingeniería.

La hipótesis que planteamos en esta parte del trabajo, es que existe una categoría propia de la matemática funcional que articula estas resignificaciones de la estabilidad y que denominamos Comportamiento Tendencial de las Funciones (CTF).

Trabajos como el de Zaldívar (2014) y Ruiz-Esparza(2014) han evidenciado que el CTF emerge en situaciones movimiento y temperatura, cuando se trabaja con niños y jóvenes en un ambiente de divulgación. Por otro lado, Solís (2012), Mendoza (2013) trabajando en escenarios escolares de la ingeniería identifican a las ecuaciones diferenciales lineales como modelos de estabilidad. El primer autor, por medio de la simulación tecnológica, con estudiantes de ingeniería, evidencia un patrón de construcción de estas ecuaciones donde el comportamiento tendencial se convierte en el hilo conductor de esta situación. Y la segunda autora, formula un diseño de situación para ingenieros civiles en formación y caracteriza, en una situación de acumulación de fluidos, la forma como los estudiantes significan la estabilidad como un momento en el que el fenómeno busca alcanzar un equilibrio y la variación es cada vez más pequeña. En estos dos trabajos, también encontramos elementos de la categoría del CTF.

Es así, como hemos convenido estudiar la estabilidad en la obra matemática e identificar cuáles son las transversalidades de resignificaciones, desde los escenarios mencionados anteriormente y la estabilidad de Lyapunov, para después analizar los usos de la estabilidad en una comunidad de ingenieros electrónicos desde una situación de control automático.

Todo lo anterior conformará una epistemología de usos de la estabilidad que nos servirá de base para la construcción de un diseño de situación de socialización para poner en juego con estudiantes de ingeniería.

### **CONCLUSIONES**

Hasta aquí, hemos mostrado la problemática que identificamos en la enseñanza de la matemática en la ingeniería y la forma como la estamos abordando con base en la TSE. También se ha señalado, la importancia de estudiar los usos del conocimiento matemático y

sus resignificaciones desde diferentes escenarios, de tal forma que nos permita hacer un enlace entre la matemática escolar y la realidad.

Nuestra investigación a podido evidenciar, por ahora, diferentes elementos en torno a la problemática. Por ejemplo, no podemos identificar el uso de la estabilidad en una comunidad de ingenieros sino caracterizamos sus formas de construcción desde ellos, es decir reconocer su conocimiento íntimo que exprese su jerga disciplinar; su conocimiento local que nos permita ver elementos propios de su práctica; reciprocidades de conocimiento que dibujen la forma en que se desarrollan sus usos de conocimiento. De esta manera, lo que logremos dibujar en torno a los significados, procedimientos y argumentaciones será desde ellos, y nos permitirá dar evidencias de la funcionalidad de su matemática.

## Referencias

- Gomez-Osalde, K. M. (2015). *El fenómeno de opacidad y la socialización del conocimiento. Lo matemático de la Ingeniería Agrónoma*. Tesis de doctorado no publicada. DME, Cinvestav-IPN, México.
- Cordero, F. (2016) Modelación, funcionalidad y multidisciplinariedad: el eslabón de la matemática y el cotidiano. En J. Arrieta y L. Díaz. *Investigaciones latinoamericanas de modelación de la matemática educativa*. España: Gedisa.
- Cajas, F. (2009). El conocimiento de ingeniería como conocimiento escolar. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, (22), pp. 77 – 84. México: CLAME A.C
- Camarena, P. (2009a) Mathematical models in the context of sciences. Reporte de investigación presentado en *Topic Study Group 21: Mathematical applications and modelling in the teaching and learning of mathematics, at the 11th ICME*. M. pp. 117 –131. Monterrey, México
- Cardella, M. (2010) Mathematical modeling in engineering design projects. In R. R., Lesh, P:L., Galbraith, C.R., Haines, A., Hurford (Eds.) *Modeling students' mathematical modeling competencies*, pp 87 – 98. New York: Springer.
- Langereis, G. Hu, J. & Feijs, L. (2013) How to introduce mathematical modelling in Industrial Design education? In G.A. Stillman, W. Blum, G. Kaiser, & J. Brown, (Eds.) *Teaching mathematical modelling: connecting to research and practice*, pp. 551 – 561.
- Mendoza, E.J. (2013). *Matemática funcional en una comunidad de conocimiento: el caso de las ecuaciones diferenciales lineales en la ingeniería*. Tesis de maestría no publicada. DME, CINVESTAV, México.
- Rodríguez, R. (2016). Enseñanza y aprendizaje de matemáticas a través de la modelación desde y para la formación del ingeniero. En J. Arrieta y L. Díaz (Coords.) *Investigaciones Latinoamericanas en modelación. Matemática Educativa*, pp. 163 – 193.
- Romo-Vázquez, A. (2014). La modelización matemática en la formación de ingenieros. *Educación Matemática*. Edición especial, pp. 314-338.
- Solís, M. (2012). *Las gráficas de las funciones como una argumentación del Cálculo. El caso de la predicción y la simulación en las ecuaciones diferenciales lineales de primer orden*. Tesis de doctorado no publicada. DME, CINVESTAV, México.
- Tuyub, I. (2008). *Un estudio socioepistemológico de la práctica toxicológica: un modelo de la construcción social del conocimiento*. Tesis de Maestría no publicada. DME, Cinvestav-IPN, México
- Zaldívar, D. (2014). Un estudio de la resignificación del conocimiento matemático del ciudadano en un escenario no escolar. Tesis de doctorado no publicada. DME, CINVESTAV, México.