MATEMÁTICA FUNCIONAL EN UNA COMUNIDAD DE CONOCIMIENTO: EL SABER Y EL HACER DE LA INGENIERÍA

Edith Johanna Mendoza Higuera y Francisco Cordero Osorio
ejmendoza@cinvestav.mx fcordero@cinvestav.mx
CINVESTAV-IPN
Superior

Resumen
Esta investigación trata de construir un marco de referencia que caracterice y estructure los usos del conocimiento matemático, en situaciones específicas, de comunidades de conocimiento de ingenieros. Se estudiarán las resignificaciones de los usos en escenarios de la escuela (el saber) y del trabajo (el hacer). La problemática en cuestión consiste en que suceden, en la ingeniería, usos del conocimiento matemático propios de su cotidiano disciplinar y diferentes al de la Matemática Escolar. Para la construcción de ese marco es necesario crear un diálogo entre *la matemática* y *el cotidiano de la ingeniería* donde se exprese la construcción social del conocimiento matemático en el *saber* y el *hacer* disciplinar de la ingeniería. En este avance de investigación se explicitará la problemática, el marco teórico y la metodología que se están conformando.

Palabras clave: *Comunidad de conocimiento, Socioepistemología, Ingeniería*.

1. INTRODUCCIÓN

La problemática principal que nos planteamos está en relación con la formación matemática de los ingenieros. Desde los inicios de la ingeniería, la matemática ha sido primordial para realizar cálculos, modelar realidades y dibujar y construir artefactos. Con los avances tecnológicos, en especial con la aparición de la computadora, las prácticas del ingeniero cambiaron, pues el uso de software para realizar cálculos desplazó al uso del lápiz y el papel (Kent, 2005, citado en Romo, 2007). Kent y Noss (2002) al investigar el trabajo de ingenieros civiles, observa el desarrollo de un proyecto, donde inicialmente obtienen datos del cliente e inician la etapa del diseño. Es aquí donde se hace uso de software para procesar esta información, pero es el ingeniero con su experiencia quien toma las decisiones según estos datos. Las currículas de matemáticas aún está compuesta de, en la mayoría de los casos, recetas y fórmulas para resolver límites, derivadas, integrales y ecuaciones diferenciales y en el mejor de los casos, se ha involucrado la tecnología en el aula y se han incorporado la enseñanza los métodos numéricos, pero no así la posibilidad de que el estudiante decida, formule, reformule, construya.

Históricamente los programas de formación de ingenieros, han dado cuenta de la relación de subordinación entre la ciencia y la tecnología, donde la primera subordina a la segunda (Cajas, 2009). Según Cajas (2009), por tradición se observa la cadena curricular, ciencias básicas, ciencias de la ingeniería y cursos profesionales donde la ingeniería se ve como una aplicación de la ciencia. Las matemáticas hace parte de las ciencias básicas, y se cree que los estudiantes deben "saber matemáticas" para poder realizar tareas propias de la ingeniería.

Los profesores de matemáticas que forman a los futuros ingenieros, usualmente se apoyan de libros de matemáticas para ingenieros donde los conocimientos matemáticos se muestran desde la matemática y no desde lo que el ingeniero hace en su práctica. Entonces, ¿Qué matemática enseñar? ¿Qué conocimientos matemáticos abordar?

Desde nuestra perspectiva, el ingeniero es usuario de la matemática (Mendoza, 2013), hace un uso funcional de la matemática (Cordero, 2013). Por ello conviene estudiar la construcción social de la matemática en la ingeniería, caracterizar las formas como usan el conocimiento matemático, identificar los significados, procedimientos y argumentaciones que emergen en su práctica profesional.

En esencia, esta investigación problematiza dos aspectos centrales:

a. Cuando se aborda la problemática de la enseñanza de la matemática para la ingeniería, en general, prevalece el dominio matemático por encima del conocimiento de la ingeniería. Esto conlleva formular enseñanzas de la matemática ignorando los *usos del conocimiento matemático* en la propia ingeniería.

b. El dME no tiene un marco de referencia que ayude a resignificar el conocimiento matemático para transitar en otros dominios de conocimiento, como la ingeniería. Esto conlleva construirlo, tomando como base una epistemología de la matemática *desde el ámbito de la ingeniería*, donde el objeto de estudio no es en sí la matemática, sino por el contrario es un conocimiento funcional y situacional.

2. MARCO TEÓRICO

La Teoría Socioepistemológica (TSE) ha planteado desde sus inicios 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. En términos genéricos, podríamos decir que se ancló, hasta hace algunos años, la discusión y se enfocó la problemática sólo en el domino matemático. Sin embargo, 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). Habrá entonces que enfatizar, en la reorganización de la obra matemática, una visión done se permita resignificar los conocimientos matemáticos, que favorezca el uso de la matemática, que propicie el estudio no en sí del conocimiento sino de su función.

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. 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).

Así, la disciplina de la Matemática Educativa ha avanzado conformando marcos teóricos que dan respuesta, no sólo a cómo se trabaja la matemática en una actividad matemática, sino también en una actividad de trabajo no matemático, sin soslayar la justificación funcional (ver Figura 1).

Se puede decir que la TSE es un modelo teórico que articula ambos aspectos, formula epistemologías de la construcción de conocimiento matemático a través de una justificación razonada y de una justificación funcional, donde la noción de práctica social esclarece esa dualidad y en consecuencia amplía considerablemente la problemática que conlleva la matemática escolar (Cordero, Mena & Montalto, 2010).

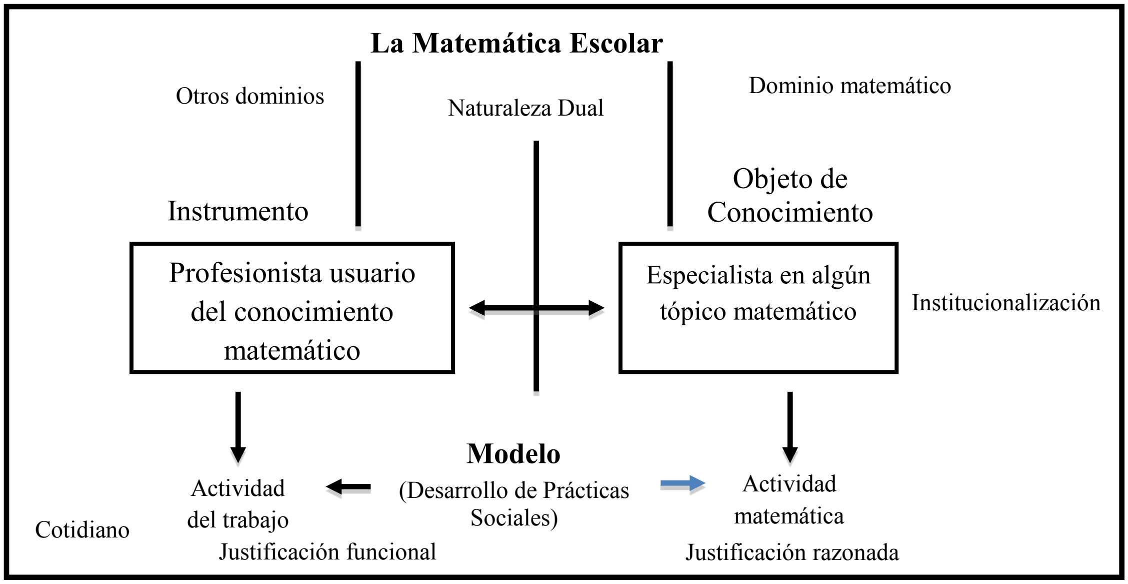

Figura 1. La dualidad de la Matemática Escolar.

Efectivamente nos interesa entender cómo un sujeto construye conocimiento, pero en su condición de un sujeto situado, un sujeto que pertenece a una cultura, a una comunidad. En síntesis, nos referimos a un sujeto social cuyas vivencias le han proporcionado conocimiento. A este sujeto lo reconceptualizamos como ciudadano: va a la escuela (o fue), trabaja y vive en una ciudad (Mendoza, 2013).

El énfasis se encuentra en identificar la matemática funcional que tiene presencia durante el actuar del ciudadano, y así obtener una caracterización de la misma.

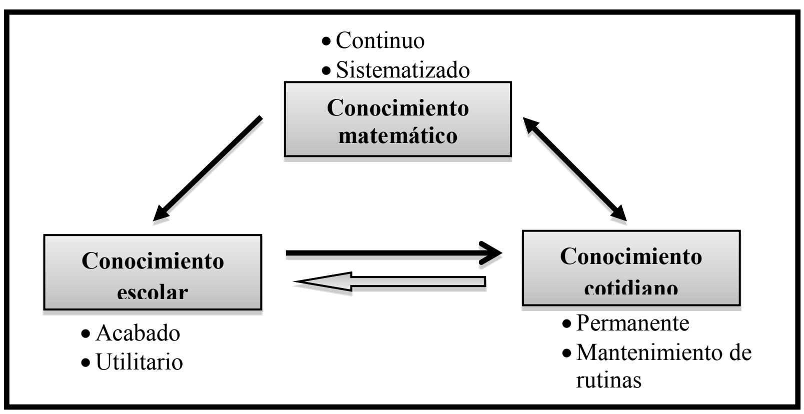

Figura 2. Características de la matemática en sus diferentes escenarios.

Es importante señalar que la TSE trata con tres escenarios diferentes de la matemática: el conocimiento matemático, el conocimiento escolar y el conocimiento cotidiano (Figura 2). Cada uno de estos se encuentran interrelacionados, pues de alguna manera, las condiciones del conocimiento cotidiano, algunas veces, han dado pie al surgimiento de los conocimientos disciplinares, y entre ellos la matemática misma. Por otra parte, la matemática escolar ha sido producto de una reorganización del saber matemático, con el interés, de formar ciudadanos con los conocimientos útiles que le permitan llevar a cabo sus actividades personales y sociales (López, 2012; Cordero, 2013).

Cada una de estas matemáticas se desarrolla con intereses y funciones diferentes, y por tanto, difieren en características. En la Figura 2 se presenta de manera resumida algunos aspectos que corresponden a cada uno de los escenarios de la matemática (López, 2012)

Las relaciones entre los escenarios descritos en la Figura 2 conllevan cuestionar varias trayectorias que atañen a la problemática. En primer lugar conviene recordar que la TSE tiene como tarea definitiva rediseñar el discurso matemático escolar (dME) (Cordero, 2008). Por ello, se han realizado estudios de la matemática escolar, de la obra matemática, de los profesores, y de los estudiantes. Sin embargo, pareciera que no es claro el marco de referencia para trastocar el dME, y en especial el de la formación de los ingenieros. Tenemos, por un lado, que el sistema educativo formula en su programa que la matemática escolar debe afectar al cotidiano del ciudadano. Tal vez por ello, se dibuja implícitamente una trayectoria de la problemática: el conocimiento escolar *para* el conocimiento del ciudadano que en nuestro caso es el ingeniero (Mendoza, 2013). Pero ¿Qué se sabe del ingeniero? ¿Cómo conoce y usa el conocimiento desde su condición de ingeniero? Es decir, ¿Cómo es el uso del conocimiento matemático *desde* el ingeniero?

Precisamente este último cuestionamiento podría ser el marco de referencia para el rediseño del dME. Esto es, por el planteamiento de estas preguntas surge la necesidad de realizar estudios que den cuenta de la función y forma del conocimiento matemático desde la condición de ingeniero. Los cuáles serán el marco de referencia para el rediseño del dME, el cual expresará el uso del conocimiento matemático *desde* y *con* el ingeniero.

Con las consideraciones anteriores nos damos a la tarea de contribuir para tal fin. En ese sentido debe ser reconceptualizado el ciudadano ¿Cuál es la condición del ciudadano en la TSE? Un primer aspecto a tomar en cuenta es que en la premisa que hace alusión a que las prácticas sociales generan conocimiento matemático, subyace la consideración del *ser con otro* (Cordero, 2013). Todo ello emana elementos como organización de grupos o función de las sociedades. En ese sentido el constructo que se formule de ciudadano debe estar cercano a comunidad con relación al conocimiento. Es decir, si hay conocimiento existe una comunidad que lo construye.

Nos vamos a referir a la idea anterior como "comunidad de conocimiento (*C*C)".

El ejercicio es caracterizar lo propio de lo que es comunidad, es decir su naturaleza. Se debe distinguir a la comunidad de conocimiento de la individualidad, de lo público y de la universalidad o de lo cosmopolita (Cordero, 2013). En ese sentido reconocemos tres elementos: la reciprocidad, la intimidad y la localidad. Estos tres elementos nos permiten separar lo individual, lo público y lo cosmopolita e identificar lo propio de comunidad.

Otro aspecto más, consiste en el uso del conocimiento matemático. Para apreciar el uso se requiere de un referente que señale su tradición, su cultura y su historia, al seno de su comunidad. Por ello, importa la continuidad del conocimiento, es decir, **la institucionalización** como un eje transversal.

Pero una comunidad con adjetivo las distingue de otras, entonces se requiere de momentos de **identidad:** legitimidad, resistencia y proyecto**.** Así la identidad, con sus momentos, será otro eje transversal.

Poniendo estos elementos en conjunto se trata de formular un modelo que ayude a analizar los usos del conocimiento matemático propios de una comunidad de conocimiento (ver Figura 4).

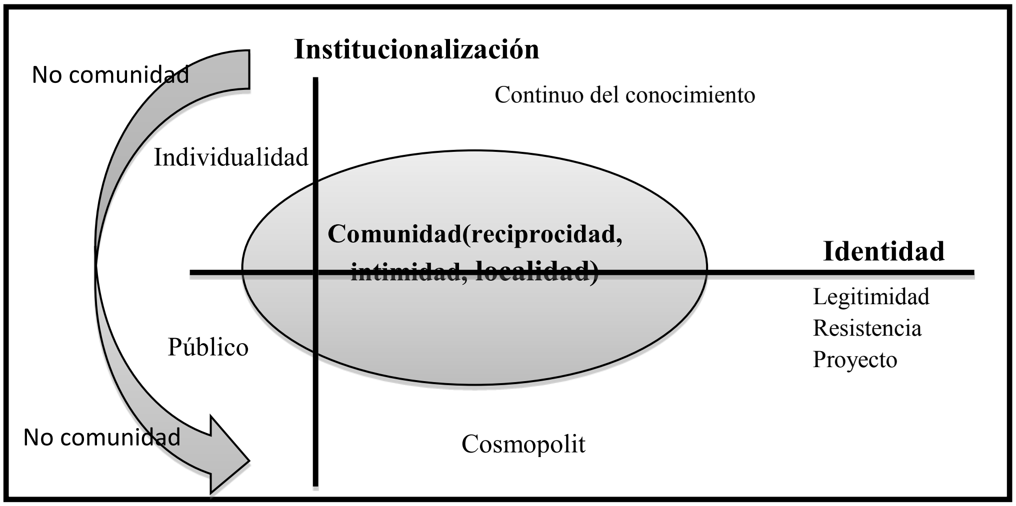

Figura 3. Comunidad de Conocimiento como un constructo en la TSE (Cordero, 2013).

El cotidiano del ciudadano

El cotidiano está compuesto por una interacción de comunidades de conocimiento, donde se desarrollan mantenimientos de rutinas para que permanezcan, esto último es lo que hace el día a día (Zaldívar, 2012).

Todo ciudadano pertenece al menos a una comunidad de conocimiento, según sea su profesión u oficio, su ámbito laboral o institucional. Un ciudadano será considerado como aquel que dada sus actividades cotidianas, se encuentra en interacción con otras comunidades de conocimiento. De esta manera es que se encuentra presente en diversas situaciones, considerando a una situación como toda acción del ciudadano que forma parte de su vida diaria (López, 2012).

Entonces, a partir de una situación (S_i), en el cotidiano, sucede una comunidad de conocimiento del ciudadano ($CC(C_i)$). Es en estas situaciones en donde interactúan las comunidades de conocimiento, ya que estamos mirando al ciudadano como miembro de una comunidad de conocimiento. Todo lo anterior en su conjunto conforma el cotidiano del ciudadano.

La Figura 4 representa el cotidiano del ciudadano cuando éste se desenvuelve en su vida diaria.

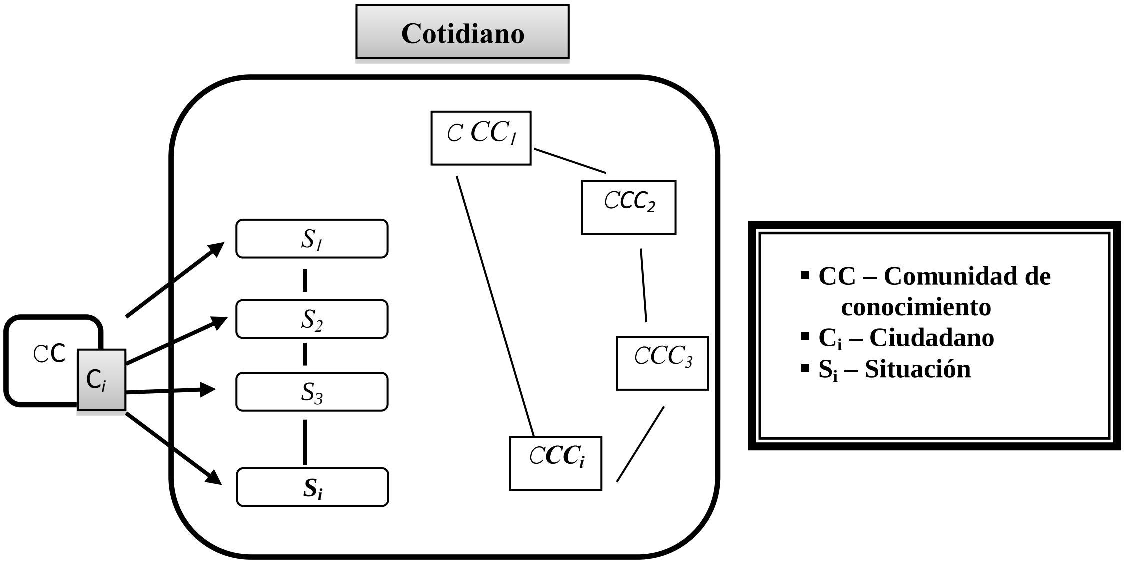

Figura 4. El cotidiano como una interacción de comunidades de conocimiento (López 2012).

En nuestra problemática se tiene el propósito de considerar entre aquella matemática que se discute en las escuelas, y aquella que se discute en el cotidiano disciplinar de la ingeniería.

El dominio científico es aquel donde predomina la justificación razonada, lo estructural, la sistematicidad, es el dominio caracterizado por construir conocimiento, mientras que el cotidiano expresa como vive dicho conocimiento desde su funcionalidad, lo que se realiza es porque funciona de esa manera y no de otra, se vale de justificaciones funcionales, es un esfuerzo por acentuar el conocimiento que queda fuera del terreno disciplinar de la ciencia y que, sin embargo, es conocimiento del humano (Cordero, 2013).

Todo ingeniero pertenece al menos a una comunidad de conocimiento, según sea su especialidad u oficio, su ámbito laboral o institucional. Un ingeniero será considerado como aquel que dada sus actividades cotidianas, de la ingeniería, se encuentra en interacción con otras comunidades de conocimiento. De esta manera es que se encuentra presente en diversas situaciones, considerando a una situación como toda acción del ingeniero que forma parte de su vida diaria, en el seno de la ingeniería. Sin embargo no todas las situaciones nos van a interesar. La atención se centrará en aquellas en donde se hace un uso de conocimiento matemático (Mendoza, 2013; Cordero, Rodríguez, Solís, Mena y Morales, 2013).

Las situaciones identificadas en el cotidiano del ingeniero, ofrecerán los significados, procedimientos, argumentaciones y usos del conocimiento matemático en la ingeniería. Así conviene *crear y establecer un diálogo entre la matemática y el cotidiano de la ingeniería* (Cordero, Rodríguez, Solís, Mena y Morales, 2013) con el fin estudiar la construcción del conocimiento matemático *desde* la ingeniería.

El diálogo que se busca conceptualizar, entre la matemática y el cotidiano del ingeniero, se establecerá entre el investigador en matemática educativa y los ingenieros. El primero, buscará identificar aspectos de la construcción social del conocimiento matemático del segundo.

Figura 5. Aspectos a identificar en el diálogo.

3. METODOLOGÍA

En esta propuesta, se pretende trabajar con ingenieros docentes e ingenieros del sector productivo, pues nos interesa reconocer los usos del conocimiento matemático, en las situaciones *Si* a las que se someten desde sus prácticas profesionales, con el objetivo de ofrecer un marco de referencia *desde* los ingenieros.

Ahora bien, la naturaleza de la situación *Si* que definirá la comunidad de conocimiento del ingeniero *CC(Ii)* corresponderá a una categoría de modelación (Cordero, 2013). Misma que aportará elementos para caracterizar la matemática funcional de la ingeniería.

4. CONCLUSIONES

Según el planteamiento la naturaleza de las situaciones *Si* que definirán cada comunidad de conocimiento del ingeniero corresponderá a una categoría de modelación (Cordero 2013). La cual aportará elementos para caracterizar la matemática funcional *desde* y *con* la ingeniería.

Tal categoría tendrá que desarrollarse en el sistema educativo. Será el marco de referencia que ayude a resignificar el conocimiento matemático en la formación de los ingenieros. Esto permitirá crear una base de entendimientos y construcciones desde las prácticas de la ingeniería. Esta categoría tendrá un carácter funcional del conocimiento matemático, de ahí la importancia de, también de caracterizar, el cotidiano disciplinar de la ingeniería. Al reinterpretar estas categorías, podrán ser integradas al sistema educativo. Por ello, se construirán diseños de situación con base en este marco. Tales diseños, deberán tener una estructura variable y fácil de operar, de tal forma que el docente de matemáticas la pueda manipular y hacer las variaciones necesarias para generar el conocimiento matemático que responda a la situación.

Agradecimientos

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

5. REFERENCIAS

Cajas, F. (2009). El conocimiento de ingeniería como conocimiento escolar. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 22, 77 – 84. México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.

Cantoral, R., Farfán, R. (2003). Matemática Educativa: Una visión de su evolución. *Revista Latinoamericana de Investigación en 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., Mena, J. & Montalto, M.E. (2010). Ilruolo della giustificazione funzionale in una situazione di risignificazione dell`asintoto. *l´insegnamento della Matematica*, 33B (4), 457-488.

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, Rodríguez, Solís, Mena y Morales. (2013). Multidisciplina y Modelación. Un diálogo entre la Ingeniería y la Matemática Educativa. Grupo de Discusión. [Resumen aceptado] en la *XXVII Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa* a realizarse en Buenos Aires, Argentina.

López, S. (2012). *Un estudio de la matemática del ciudadano*. Tesis de maestría no publicada. Departamento Matemática Educativa, Cinvestav-IPN, México.

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. (2012). El uso de las Ecuaciones Diferenciales y la ingeniería como Comunidad de Conocimiento. En Flores, R (Ed.). *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa (25)*, 1023-1030. México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.

Kent, P. y Noss, R. (2002). The mathematical components of engineering expertise: the relationship between doing and understanding mathematics, submitted the *I.E.E. Second Annual Symposium On Engineering Eduacation*, London.

Romo, A (2007). The role of mathematical knowledge in a practical activity: engineering projects at university level. En Pitta-Pantazi, D y Philippou G (Eds.). *Proceedings of the Fifth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 2150 – 2159). Chipre.

Zaldívar, D. (2012) *Un estudio de la construcción social del conocimiento matemático en un escenario del cotidiano*. Memoria predoctoral. Departamento de Matemática Educativa, Cinvestav-IPN, México.