

USO DEL CONOCIMIENTO MATEMATICO DEL INGENIERO TOPÓGRAFO Y FOTOGRAMETRISTA¹

Luz Adriana Segura Camargo, Carolina Carrillo García, José Iván López Flores

Resumen

En este escrito se presentan los avances de una investigación que tiene por objetivo caracterizar desde el marco teórico de la Socioepistemología, el uso del conocimiento matemático en distintos escenarios (en formación, profesional e investigador) de un campo específico como lo es la Ingeniería Topográfica y Fotogramétrica (ITF). El trabajo se encuentra en una etapa inicial en la cual se ha realizado un análisis de los trabajos precedentes. Se reporta el planteamiento del trabajo, el marco teórico y la metodología tentativa, así como la reflexión de los antecedentes que fundamentan esta primera etapa de la investigación.

Introducción

A través del tiempo, las sociedades han conformado instituciones, con la finalidad de articular el saber científico y matemático con la cultura de la sociedad, buscando propiciar en la población una visión científica del mundo (Cantoral, 2001). En nuestro Sistema Educativo actual, y en la sociedad en general, se considera a las matemáticas como una disciplina importante que aporta conocimientos con aplicación en diversas áreas. Usualmente se relaciona a las matemáticas con el desarrollo tecnológico, siendo éste uno de los pilares de la Sociedad del Conocimiento, por lo que su aprendizaje y enseñanza se han constituido en asuntos de mayor interés e importancia particularmente en la educación superior (ANUIES, 2004). Sin embargo, el aprendizaje de las matemáticas presenta una de las mayores dificultades para los estudiantes de nivel universitario y esta situación se agrava, si se juzga a partir del papel que juega la matemática en el sistema escolar, ya que se le ha conferido una suerte de “mecanismo natural de selección” (Cantoral, 2001).

Diversas instituciones de nivel superior formadoras de ingenieros en nuestro país tienen como misión similar: “Formar de manera integral profesionistas capaces de desarrollar estrategias y acciones para el desarrollo del país, con habilidades, actitudes y valores que les permitan un desempeño pleno en el ejercicio profesional” (ver misiones de instituciones como la Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas del Instituto Politécnico Nacional (UPIITA-IPN), la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas (ESIQIE-IPN), la facultad de ingeniería de la Universidad Autónoma de México (UNAM), la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas (UPIICSA-IPN), el Instituto Tecnológico de Zacatecas (ITZ) y la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ)); es decir, promueven formalmente la generación de competencias, pero ¿Qué sucede cuando los ingenieros en formación no encuentran el sentido de desarrollar las competencias matemáticas? En mi experiencia

¹ Este proyecto se desarrolla con apoyo del Conacyt-México. Becaria: 626199.

como profesora en nivel superior, ésta fue una reflexión que surgió y suele ser una de las interrogantes que los profesores de matemáticas de los diversos niveles educativos suelen enfrentar en su quehacer didáctico, “¿Profe, esto para qué me va a servir?”. En los niveles básicos se intenta formar a los estudiantes para ser ciudadanos con un conocimiento fundamental pero amplio y variado de la ciencia, en palabras de la SEP se pretende “contribuir con el desarrollo de las competencias para la vida” pero sin olvidar que también pretende prepararlos para el nivel educativo superior, en este sentido pudiera haber contenido curricular que únicamente les sea de utilidad al cursar una carrera universitaria. Sin embargo, al ingresar al nivel superior el conocimiento programado para su enseñanza se esperaría que su aplicación fuera menos cuestionada pero la experiencia y diversas investigaciones (Camarena, 2010; Zúñiga, 2004; Camacho-Ríos, 2011; Covián, 2013; Willcox y Bounova, 2004) señalan que esto no es así.

En el panorama escolar, en el ámbito de la formación, un futuro ingeniero dedica cerca del 80% del tiempo de estudio a las ciencias básicas, a las ciencias de la ingeniería y a la ingeniería aplicada (Cantoral, 2001), pero no siempre logra acreditar las asignaturas y peor aún no logra adquirir un aprendizaje tal que pueda usarlo fuera de un escenario escolar. Por otro lado, en muchas instituciones escolares mexicanas de nivel superior los cuerpos colegiales del área de matemáticas están conformados por profesores que no han sido formados para desempeñarse en la docencia (Montiel y Castañeda, 2009), provocando quizá que, tanto profesores como estudiantes de carreras de ingeniería están generalmente inmersos en el sistema educativo tradicional, en el que se ha perdido significado en los principales conceptos y nociones matemáticas (Zúñiga, 2004).

Numerosos estudios muestran cómo la enseñanza habitual de las matemáticas en la ingeniería se basan en la transmisión de conocimientos con un peso muy marcado en sólo desarrollar habilidades algebraicas, es decir, se centra la enseñanza en memorizar y mecanizar métodos algorítmicos y procedimientos, olvidándose de promover habilidades en el estudiante que le permitan aplicar ese conocimiento matemático en el campo específico de la ingeniería es decir, no basta con sólo formular la ecuación de la recta para encontrar el punto de intersección de dos rectas, si la necesidad es dividir una superficie de terreno en lotes iguales y con una superficie específica (agrodesia) o calcular los ángulos interiores de un polígono si la petición es obtener el azimut de cada uno de los vértices de una poligonal cerrada (Topografía).

Respecto a la enseñanza del conocimiento matemático (CM), Zúñiga (2004) menciona:

[...] el conocimiento generalmente se trata fuera de todo contexto del mundo real, a lo más que se llega en este sentido en un curso común de cálculo, es a resolver los "problemas de aplicación" que se proponen en los textos, los cuales casi nunca corresponden a la realidad. Esto tiene importantes consecuencias (negativas) cuando los que aprenden son estudiantes que en el ejercicio de su profesión requieren de conocimientos y habilidades que les permitan resolver problemas de verdad. Tal es el caso, por ejemplo, de quienes se preparan en carreras de ingeniería. (p. 7).

La problemática de la enseñanza y aprendizaje de la ingeniería y en especial de las asignaturas de matemáticas es conocida y ha sido ampliamente estudiada. Camarena (2010)

señala que los estudiantes de ingeniería no están teniendo éxito con estas disciplinas debido a que:

No ven de manera inmediata su aplicación ni el objeto de cursarla; en buena medida, un factor que afecta, es el hecho de no tener un currículo adecuado a las necesidades de la ingeniería en donde se imparten estos cursos de las ciencias básicas (p. 6).

Para identificar qué CM es usado en una ingeniería específica considero necesario caracterizar primero qué es la ingeniería. Al respecto, Chatterjee (2005) nos dice que la ingeniería es el nombre utilizado para definir la actividad orientada a la explotación intencional de las leyes, las fuerzas y los recursos de la naturaleza, todo ello enfocado a la mejora directa de la condición humana y agrega que los ingenieros, a diferencia de los científicos y matemáticos puros, no buscan la verdad fundamental de la naturaleza, ni requieren de un rigor intelectual en sus respuestas ya que ellos realizan cálculos y desarrollan modelos aprovechando su experiencia previa. Con base en lo anterior, podemos pensar que los ingenieros encuentran la funcionalidad de los conocimientos matemáticos en un escenario diferente al escolar tradicional, esto da paso al problema de relacionar los conocimientos adquiridos en la escuela a un contexto diferente, es decir, la capacidad de aplicar los conocimientos y procedimientos aprendidos en un contexto a nuevos contextos (Mestre, 2002, citado por Covián, 2013, p. 5).

El contexto en el cual se trabajará la presente investigación es el del ingeniero Topógrafo y Fotogramétrico (ITF) en formación y práctica profesional, con base en ello nos planteamos la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué CM, adquirido en formación, usa el ITF en su práctica profesional y en la generación de conocimiento científico dentro de su disciplina?

Camacho, Sánchez, Blanco y Cuevas (2011) nos mencionan que se puede considerar que la topografía es una especie de *geometría natural*—también conocida en su origen como *geometría práctica*—que ha sido poco investigada como objeto de estudio, dejándola al margen de las matemáticas y de las tradiciones propiamente técnicas (p. 124). Desde el punto de vista de la asociación de conocimientos matemáticos con diferentes técnicas, la topografía puede verse como definidora de “prácticas de referencia” (Camacho *et al.*, 2011, p. 125), entendiéndolo como *prácticas de referencia* aquellas actividades que se acontecieron a partir de un problema particular, de cuya solución destacan los conocimientos de referencia en forma de significados; éstos desarrollados a través de la experiencia de las que se han desprendido nuevos conocimientos matemáticos (Camacho-Ríos, 2011) y la problemática se presenta, cuando la topografía ha sido poco estudiada desde el punto de vista de desarrollar conocimiento científico dentro de su disciplina.

Caracterizar el uso del conocimiento matemático del ITF en distintos escenarios (escolar, profesional e investigador) es la razón de ser de esta investigación, pretendiendo identificar el contenido matemático que se enseña al futuro Ingeniero, caracterizar el conocimiento matemático que usa en su práctica profesional e identificar el conocimiento matemático que usa en el desarrollo de conocimiento científico en su disciplina.

Cabe aclarar que en la revisión realizada hasta el momento, no se ha encontrado registro de que se haya abordado de manera específica el conocimiento matemático dentro de la Ingeniería Topográfica y Fotogramétrica. Por otro lado, se pretende aportar conocimiento en torno a la problemática presente dentro de las ingenierías, donde los alumnos presentan

dificultades con las asignaturas de matemáticas por no ver la aplicación inmediata a sus materias de especialidad. Para esto se indagará en los diferentes usos que el ITF da al conocimiento matemático adquirido en su formación, con el propósito de identificar cuáles son los tópicos específicos y necesarios, para que pueda desempeñarse de manera satisfactoria en un escenario distinto al escolar.

Marco Teórico

Se ha mencionado acerca de la problemática que prevalece por una inadecuada contextualización de los CM dentro del aula, y posiblemente existe por la falta de relación o escasa relación entre conocimientos matemáticos en uso y conocimientos matemáticos enseñados (Covián, 2013). Si tomamos como punto de referencia que la Topografía se ha considerado generadora de prácticas de referencia (Camacho *et al.*, 2011) y que nuestro foco central en este estudio es caracterizar el *uso* del CM de un I.T.F, consideramos conveniente adoptar como marco teórico que nos ayude a sustentar nuestra investigación la teoría socioepistemológica. La socioepistemología es una teoría que describe:

La construcción social del conocimiento matemático dentro de un enfoque sistémico que toma en cuenta al menos cuatro dimensiones que estudian la naturaleza del uso de los saberes matemáticos (Epistemológica), la difusión institucional de los saberes matemáticos (la didáctica), la apropiación de dichos saberes por grupos humanos e individuos (cognitiva) y los usos de saberes matemáticos en diferentes escenarios (social) (Covián, 2013, p. 34).

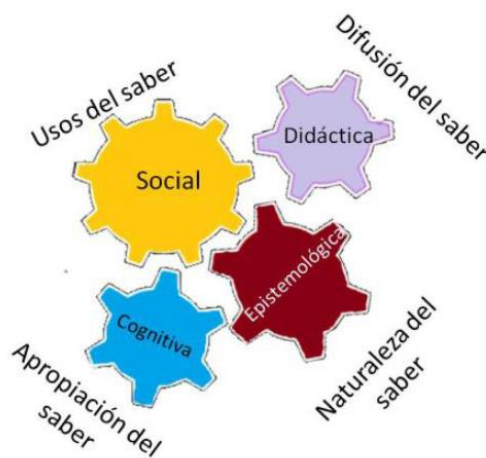


Figura 1. Vista de engranes (Covián, 2013, p. 38).

Aunque en estos momentos, el trabajo se encuentra precisamente en el análisis de la pertinencia de este marco teórico, consideramos, dados los objetivos que nos hemos planteado, que este sustento teórico nos permitirá analizar el uso del conocimiento matemático en los diversos escenarios de la disciplina observada.

Método

En una primera etapa de nuestro trabajo de investigación se realizó una revisión de documentos relacionados con el problema de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en estudios interdisciplinarios y en la formación de futuros ingenieros. Como producto de la

revisión se ha encontrado trabajos que reportan este problema en áreas específicas como la ingeniería Biomédica o ingeniería Aeronáutica y Astronáutica y otros que tratan en lo posible atender esta problemática proponiendo teorías o incluso posgrados dedicados a la formación de profesores de ingeniería.

Como parte del trabajo futuro de esta investigación se contempla para las siguientes etapas de nuestro trabajo estudiar los diferentes escenarios donde se presentan el CM de un ITF, por esta razón se pretende:

- Realizar un análisis del plan de estudios.
- Realizar entrevistas a los docentes de esta área.
- Entrevistar a los ingenieros topógrafos en ejercicio.
- Realizar un análisis del contenido matemático inmerso en las publicaciones científicas en esta disciplina.

Reflexiones/Conclusiones parciales

La problemática presente en ingeniería con respecto a la asignatura de matemáticas, se ve reflejada claramente en los índices de reprobación de esta materia en las instituciones universitarias de nuestro país. Como menciona Cantoral (2001) *nuestra educación superior no está dando resultados y nuestra práctica diaria lo constata*.

Esta problemática no sólo se presenta en nuestro país, un ejemplo de ello es el reportado por Willcox y Bounova (2004), quienes abordan la misma inquietud pero con estudiantes de ingeniería en Aeronáutica y Astronáutica del Instituto Tecnológico de Massachusetts, donde su objetivo fue identificar las barreras que se presentan para una comprensión profunda de las matemáticas entre los estudiantes de ingeniería, a partir de una serie de entrevistas a profesores y alumnos. Mencionan que muchos profesores de ingeniería tenían un conocimiento inadecuado de los planes de estudio en la clase de matemática, y con frecuencia no saben dónde o cómo se les enseña las habilidades que necesitan, mientras que los profesores de matemáticas a menudo tienen una comprensión limitada de cómo los conceptos matemáticos se aplican en las clases de ingeniería.

Es tal el impacto que presenta esta problemática en los alumnos, que incluso en Estados Unidos en un trabajo conjunto de varias universidades, se ha propuesto la creación de un posgrado especializado en la formación de profesores de matemáticas para ingeniería (ver Benson, Becker, Cooper, Griffin, & Smith, 2010), debido a que no se ha logrado realizar esa conexión entre las matemáticas y las materias de especialidad propias de la ingeniería. Benson *et al.* (2010) expresan que, históricamente, las prácticas educativas y creencias de los profesores en la educación superior, han sido en gran parte anecdóticas y basadas en la experiencia personal. Quizá estos problemas se presenten con mucha frecuencia porque no se han podido, contextualizar adecuadamente los conocimientos matemáticos que se le brinda a un ingeniero en formación (Camarena, 2010), y esto podría ser debido tal vez a que no se toma en cuenta el uso que se le da a ese conocimiento fuera del escenario escolar.

A partir del análisis realizado pudimos percatarnos de que existe un vacío en la investigación con respecto del *uso* del conocimiento matemático (CM) en nivel universitario, específicamente en ingeniería. Se observa también que muchos de los trabajos revisados reportan la falta de vinculación entre el CM (calculo vectorial, funciones

de dos variables, algebra lineal, derivadas parciales) con las ciencias que las requieren dentro del aula de clase (Camarena, 2009), mientras que otros trabajos estudian la construcción de saberes de un área o tópico específico como: cálculo diferencial, trigonometría, equilibración de relaciones asimétricas (ingeniería biomédica), etc. Pero ¿Qué sucede cuando ese conocimiento supuestamente contextualizado, adquirido en el aula se lleva a un escenario diferente?, es decir ¿se hace *uso* de él en un escenario practico-laboral o de investigación?, ¿cuáles de los conocimientos matemáticos construidos en la formación de un ingeniero son usados? o ¿cuáles de los conocimientos matemáticos presentes en el currículo, se imparten con el grado de importancia que refleje su *uso* en la práctica o para generar más conocimiento? Como se puede observar, la lectura de trabajos previos ha generado aún más dudas pero también ha brindado un panorama más amplio de la atención que se ha dado a la problemática de la enseñanza de las matemáticas en ingeniería y nos ha permitido plantear el problema de la manera que hemos mencionado anteriormente. De manera particular, es de mencionar que Covián (2013) aporta conocimientos que se deben de ofrecer a un técnico en construcción y llega a sus resultados a través de analizar los *usos* de conocimiento en diferentes escenarios.

Adicionalmente, se percibe la necesidad de abordar este tópico para saber si el CM enseñado a un ITF es el adecuado y el que se *usa* en su área laboral o en la obtención de nuevo conocimiento. Se espera brindar información útil para la mejora en la impartición de dichos conocimientos, Aportar dentro del aula aplicaciones más apegadas a la realidad, con el objeto de poder ofrecer a los alumnos ejemplos dentro de la topografía práctica o ramas alternas como la geodesia, cartografía, agrodesia, entre otras, que requieran el manejo de dicho CM. A su vez, esperamos que los resultados puedan brindar ideas para diseños de propuestas didácticas que refuercen el proceso de enseñanza aprendizaje y que se vea reflejado en un mejor desempeño del joven profesionista. Este estudio también pretende identificar el CM que refuerza y posiblemente aprende un ITF a través de su uso en un escenario extra escolar. Por último, esperamos que las aportaciones puedan ser tomadas en cuenta para futuras reformas curriculares, ya que permitirá observar los tópicos más utilizados así como los que se encuentran en desuso, dentro de la disciplina.

Referencias

- ANUIES (2004). Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior ANUIES. *Documento estratégico para La Innovación en la Educación Superior*. México.
- Benson, L., Becker, K., Cooper, M., Griffin, H. and Smith, K (2010). Engineering Education: Departments, Degrees and Directions. *International Journal of Engineering Education*, 26(5), 1042-1048.
- Camacho-Ríos, A. (2011). Socioepistemología y prácticas sociales. Hacia una enseñanza dinámica del cálculo diferencial. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 11 (3), 152-171.
- Camacho, A., Sánchez, B., Blanco, V. y Cuevas, J. (2011). Geometrización de una porción del espacio real. *Educación Matemática*, 23(3) ,123-145.
- Camarena, P. (2009). La matemática en el contexto de las ciencias. *Innovación Educativa*, 9 (46), 15-25.

- Camarena, P. (2010). *Aportaciones de investigación al aprendizaje y enseñanza de la matemática en ingeniería*. Recuperado el 03 de abril de 2015, de <http://www.ai.org.mx/eventos/coloquios/ingreso/10/camarena.html>
- Cantoral, R. (2001). Enseñanza de la matemática en la educación superior. *Revista Sinéctica*, (19), 3-27.
- Chatterjee, A. (2005). Mathematics in engineering. En *Current Science*, 88(3). Recuperado el 03 de abril de 2015, de www.ias.ac.in/currsci/feb102005/405.pdf.
- Covián, O. N. (2013). *La formación matemática de futuros profesionales técnicos en construcción*. Tesis de Doctorado inédita. Departamento de Matemática Educativa. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, México, D.F.
- Montiel, G. y Castañeda, A. (2009). *Educación a distancia en línea: elementos para la formación del profesor de matemáticas en servicio*. Recuperado 11 de junio de 2015, de [http://www.matedu.cicata.ipn.mx/archivos/\(GMontiel-ACastaneda-2009\)-UPVM.pdf](http://www.matedu.cicata.ipn.mx/archivos/(GMontiel-ACastaneda-2009)-UPVM.pdf)
- Willcox, H. y Bounova, G. (2004). Mathematics in Engineering: Identifying, Enhancing and Linking the Implicit Mathematics Curriculum. *En Proceedings of the 2004 American Society for Engineering*. Recuperado el 04 de mayo de 2015, de <http://web.mit.edu/kwillcox/www/WillcoxASEE04.pdf>
- Zúñiga, L. (2004). *Funciones cognitivas: un análisis cualitativo sobre el aprendizaje del cálculo en el contexto de la ingeniería*. Tesis de Doctorado inédita. Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, México, D.F.

Autores

Luz Adriana Segura Camargo; UAZ. México; ikle2009@hotmail.com

Carolina Carrillo García; UAZ. México; cgcarolin@hotmail.com

José Iván López Flores; UAZ. México; ivan.lopez.flores@hotmail.com