



Luz Adriana Segura Camargo Carolina Carrillo García

2021

La importancia del contexto en la formación Matemática de los Ingenieros

En B.I. Sánchez Luján, R. Rodríguez Gallegos y D. Torres Corrales (coords.). *Las mujeres en la enseñanza de la Ingeniería. Relatos, reflexiones y experiencias en el ejercicio profesional* (pp. 225-237). Chihuahua, México: Red de Investigadores Educativos Chihuahua.



La importancia del contexto en la formación Matemática de los Ingenieros

Luz Adriana Segura Camargo

Docente en el Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Occidente (ITSZO) y en la Universidad Tecnológica del Estado de Zacatecas (UTEZ).

Carolina Carrillo García

Docente-investigadora de la Unidad Académica de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Zacatecas.

En los últimos años la ingeniería se ha vuelto un tema de gran interés dentro de la Matemática Educativa. Dentro de esta disciplina, enfocar nuestra atención en la formación de ingenieros se vuelve no sólo interesante sino necesario cuando nos volvemos conscientes de que un ingeniero observa, trabaja y modela el conocimiento matemático desde otra perspectiva, siempre con miras a promover un desempeño profesional funcional (Chatterjee, 2005).

* Luz Adriana Segura Camargo, luz.segurac4@gmail.com

Carolina Carrillo García, ccarrillo@uaz.edu.mx

García (2013) señala que “nadie discute sobre la importancia del aprendizaje de las matemáticas (ya que se asume su utilidad y necesidad de manera clara y distinta)” (p. 32); sin embargo, a pesar de que los alumnos reconocen que las matemáticas son de gran importancia dentro de su formación, generalmente no logran ver su conexión con las asignaturas de especialidad o incluso con su futuro desempeño profesional.

En este tenor, es ampliamente conocida la problemática en torno a que los alumnos tienen problemas con las asignaturas de matemáticas debido posiblemente a que no ven de manera inmediata su aplicación ni el objeto de cursarlas (Camarena, 2010). Es decir, no es evidente la relación que existe entre los conocimientos matemáticos enseñados y los conocimientos puestos en uso en ingeniería (Cantoral y Farfán, 2003; Covián, 2013).

Entonces, atender la funcionalidad se vuelve un reto en la formación de ingenieros. Reto que seguramente han vivido más compañeros docentes al observar a los alumnos renuentes a abordar temas matemáticos por la creencia de que son difíciles o porque en su percepción no tienen ninguna relación con la ingeniería que están cursando.

Motivados por el “profe, ¿esto para qué me va a servir?”, en un estudio previo (Segura, 2016) realizamos un análisis del conocimiento matemático en uso en el área de Ingeniería Topográfica y Fotogrametría (ITF). En él, comparamos dos escenarios diferentes de construcción de conocimiento matemático (CM): el escolar y el profesional. Con base en la Teoría socioepistemológica, consideramos la funcionalidad del CM como la transición de un conocimiento estático a un saber y a un saber funcional; Tuyub (2008) señala que el saber es aquel conocimiento puesto en uso, mientras que el saber funcional es un tipo de saber que forma parte del individuo y que no necesariamente se presenta como conocimiento institucional. Concluimos que, a pesar de que los estudiantes no perciban su funcionalidad, se presentan diversas manifestaciones del CM en uso conforme el ITF enfrenta la necesidad de adaptarse a una práctica de

referencia distinta al realizar su actividad profesional. Es decir, cuando la matemática no es el objeto de estudio, funciona como herramienta para la solución de problemas reales en otras ciencias; el CM se pone en uso (Segura, 2016).

Como profesores, podemos estar convencidos de la utilidad del conocimiento matemático en el desarrollo y adquisición de competencias necesarias para el desempeño de los ingenieros; por otra parte, los resultados de investigación pueden dar soporte a esta tesis. Sin embargo, se deben crear diseños de enseñanza en los que esto sea visible también para los estudiantes. Entonces el reto planteado anteriormente se replantea en términos de forma: ¿cómo hacerlo?

Trejo, Camarena y Trejo (2013), citados en Plaza (2017), parecen darnos una opción viable al mencionar que “la matemática en contexto plantea [...] la determinación de un modelo matemático con su respectiva solución [...]. Complementariamente se propone enseñar matemáticas en ingeniería remitiendo el aprendizaje a un evento real, elemento metodológico que deberá servir para contextualizar” (p. 52). La contextualización implica la interdisciplinariedad de diversas áreas del conocimiento pues vincula diferentes disciplinas con el objetivo de transferir conocimientos (Camarena, 2013); en este caso, conocimientos matemáticos.

En este tenor, en las siguientes líneas se describe, grosso modo, una experiencia en la cual se abordaron conocimientos matemáticos impartidos en la formación de un Ingeniero Minero y se ponen en uso en el ejercicio profesional del mismo. Nos apoyamos en la contextualización de una situación real en la ingeniería para plantear una situación donde la matemática es vista como una herramienta que está al servicio de otras ciencias y que nos permite dar solución a un problema donde el foco principal no es la matemática per sé.

Desarrollo

La primera autora de este documento se desempeñó como docente en la Universidad Tecnológica del Estado de Zacatecas (UTZAC) en el área de matemáticas, específicamente en la formación de ingenieros. Una de las ingenierías que ahí se desarrollan es la Minería, la cual de manera general se encarga de la extracción de recursos minerales que se encuentran bajo la superficie terrestre, buscando la forma más segura y factible para el medio ambiente y el ser humano.

Durante el segundo cuatrimestre los mineros en formación cursan la asignatura Funciones Matemáticas, para la Unidad I (Geometría y Trigonometría), cuyo objetivo es: "El alumno resolverá problemas de geometría y trigonometría para contribuir a la interpretación y solución de problemas de su entorno" (UTZAC, 2015). El primer tema que abordar fue perímetro, área y volumen, con las competencias señaladas en la Figura 1.

Temas	Saber	Saber hacer	Ser
Perímetro, área y volumen	Definir el concepto de perímetro, área y volumen. Identificar figuras, cuerpos geométricos y sus elementos. Explicar fórmulas de perímetro, área y volumen.	Representar gráficamente perímetro, área y volumen. Determinar perímetro, área y volumen de figuras y cuerpos geométricos. Resolver problemas relacionados con figuras y cuerpos geométricos del entorno en que se desenvuelve.	Analítico Creativo Sistemático Autónomo Responsable Crítico Trabajo colaborativo

Figura 1. Competencias esperadas para el tema Perímetro, área y volumen.

Fuente: Elaboración propia

Al planear y preparar los aspectos teóricos del tema se consideró plantearles a los estudiantes una actividad contextualizada dentro del campo de acción propio de la Ingeniería Minera con el fin de observar el interés que presentarían respecto al contenido matemático subyacente. Para prepararla, se entrevistó a un Ingeniero Minero, de una Unidad Minera en el estado de

Zacatecas, para indagar sobre su “pueblo” (concepto que hace referencia a las actividades encomendadas para un día laboral). Él describió su día de trabajo en el área de producción en interior mina: cómo realizan la extracción de mineral, indicó que deben llevar un control de avance de obra, es decir, cuánto mineral o tepetate van extrayendo, para lo cual requieren calcular el volumen de dicho material tomando en cuenta la densidad de éste.

Al observar la relación entre los conceptos abordados en la Unidad I de la asignatura Funciones Matemáticas y el tema Densidad abordado en la asignatura de Química Básica, se tomó como punto de partida para la actividad el control que comúnmente realizan. La actividad propuesta consistía en calcular el número de cucharones necesarios para rezagar, es decir, trasladar el mineral extraído de interior mina al exterior; para ello era necesario calcular en primera instancia el tonelaje que representaba la excavación de ese día, tal como se muestra en la Figura 2.

Calcula el tonelaje de avance de una obra que tiene la siguiente sección la cual se barrena con un jumbo de 16 ft y la efectividad del disparo es de 3.2, calcular cuántos cucharones serán necesarios, para rezagar el tope si se tiene $5m$ un scooptram de $8 y^3$ tomando en cuenta que el material extraído es mineral.

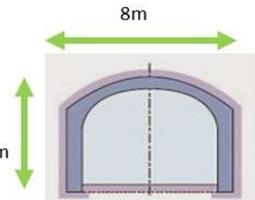


Figura 2. Actividad propuesta.

Fuente: Elaboración propia

Los datos proporcionados a los alumnos para esta actividad fueron aquellos con los que cuenta el ingeniero minero en su labor diaria:

- *La medida de la barra del jumbo* empleado en la perforación. El Jumbo es el equipo empleado para perforar barrenos en interior mina y que puede apreciarse en la Figura 3.



Figura 3. Jumbo.

Fuente: Maquinaria Pesada (<https://cutt.ly/jb37olu>)

- *La efectividad del disparo*, es decir la distancia que realmente se perfora.
- *La capacidad volumétrica del Scooptram* empleado en la extracción. El Scooptram es el equipo empleado para el traslado de mineral y puede verse en la Figura 4.



Figura 4. Scooptram.

Fuente: Maquinaria Pesada (<https://cutt.ly/0b37jjj>)

- *La sección de la obra.* Ésta incluye la medida del alto y el ancho del túnel. Dichas medidas varían según el tipo de obra, el tipo de mineral y el tipo de mina. Esto se presenta en la Figura 5.



Figura 5. Sección real de una obra minera. Fuente: B2B Media Group SPA (<https://cutt.ly/sb37xOx>)

La unidad de aprendizaje se cerró planteando esta actividad. Al principio, los mineros en formación afirmaban entender la situación, pero no sabían cómo abordarla matemáticamente. No lograban ver la relación que existía entre el perímetro o el área de la sección con los datos proporcionados y mucho menos con el concepto de densidad (abordado el cuatrimestre inmediato anterior en la asignatura Química Básica).

Sin embargo, una vez que se explicó la actividad que realiza el Ingeniero Minero en su contexto profesional, con el uso de herramientas propias de su área, así como las consideraciones que deben contemplar, se observó que percibieron la relación *Matemáticas – Química básica – Minas*. Se resaltó la forma como el ingeniero en ejercicio profesional emplea los cálculos y resultados matemáticos, que el Ingeniero Minero no busca medidas exactas,

ya que están conscientes que no habrá perforación exacta o una extracción de mineral correcta, por lo que trabajan con aproximaciones que les permiten darse una idea de cuántos viajes de mineral tendrán que dar para una extracción total del turno, información que al final del día es lo que a ellos les interesa conocer, el número de cucharones para con ello estimar la producción del día. Finalmente, con un poco de apoyo resolvieron la actividad.

Es importante reiterar que aún cuando en un inicio no identificaron la forma en que el conocimiento matemático en juego iba a servir para resolver el problema de aplicación, o no vincularon lo aprendido en la asignatura de Química, el contexto de la actividad planteada causó y mantuvo gran interés en los estudiantes.

Con el fin de contrastar resultados, esta misma actividad se abordó con Ingenieros en Procesos Industriales en formación; se trabajaron los mismos temas ya que es una asignatura equivalente para todas las ingenierías. Se observó que, aun cuando a ambos grupos se les dotó de las herramientas matemáticas necesarias para dar solución a la actividad, hubo diferencias en los resultados. Los alumnos de procesos industriales observaron la actividad y sin detenerse a analizar el problema y buscar una posible solución dijeron "está muy difícil, maestra". Esto nos permitió verificar la importancia que juega la elección del contexto de las actividades en la formación de ingenieros. Claramente, a pesar de la similitud en las explicaciones y apoyo, éste no era su campo de acción.

Si bien, como afirman Trejo, Camarena y Trejo (2013), plantear actividades en contexto es importante, lo es también la adecuación del contexto con los escenarios de práctica profesional. Asimismo, conviene mencionar que en el ejercicio profesional de un Ingeniero Minero los resultados que obtiene en su labor diaria (como en la actividad que se planteó) no requieren ser exactos, se puede trabajar con valores estimados que les permitan aproximar el tonelaje diario, que al final del día es su objetivo principal. Mientras en el contexto de la Ingeniería Minera se permite el uso de

resultados aproximados, éstos quizás no serían aceptados como válidos en otras ingenierías donde se precise exactitud.

Quizás parezca evidente a priori que los resultados serían diferentes al aplicar en dos ingenierías diferentes, pero a pesar de ello como docentes pareciera que no tenemos clara dicha diferencia; si trabajamos en la formación de profesionales diferentes por qué en el salón de clases los conceptos se abordan de la misma manera e incluso en un contexto meramente matemático. Ante ello, los contextos pueden ser considerados como una conexión entre la disciplina y la teoría propiamente, convirtiéndose en el escenario que nos permita definir las competencias matemáticas necesarias, propias de cada ingeniería.

Conclusiones

El diseño y experimentación de esta actividad nos dejó como aprendizaje que la contextualización puede ser una gran aliada dentro de nuestra labor docente pues las actividades basadas en una contextualización y aplicadas en el aula pueden marcar la diferencia entre captar la atención de nuestros alumnos, para lograr un aprendizaje o bien que visualicen los tópicos abordados como un tema más y a la asignatura de matemáticas como un obstáculo que se tiene que enfrentar y aprobar para seguir avanzando en su formación.

No está de más decir que estamos conscientes de que plantear actividades basadas en el ejercicio profesional de un ingeniero en ejercicio profesional no garantiza el aprendizaje del ingeniero en formación; sabemos que hay muchos otros factores que afectan dicho aprendizaje (cognitivo, emocional, social, entre otros). Sin embargo, creemos que beneficia de manera directa la adquisición de dicho aprendizaje, al trabajar con actividades relacionadas con su especialidad podría el alumno aprender los conocimientos matemáticos inmersos, incluso sin darse cuenta de que lo está haciendo.

Como docentes de matemáticas, a los cuales se nos ha encomendado la formación de ingenieros, es necesario tener presente que debemos trabajar

para llevar al aula actividades que “permitan a los estudiantes problematizar las matemáticas que se les imparten y darles sentido” (Segura, 2016, p. 137). Sabemos que pensar en tener conocimiento de todas las áreas que comprende una ingeniería es complicado y más cuando un mismo docente imparte las asignaturas de matemáticas en distintas ingenierías. Sin embargo, brindar y buscar apoyo de nuestros colegas, de investigaciones, de propuestas didácticas ya planteadas, se vuelve cada vez una necesidad que nos permitirá crecer como comunidad, trabajando de manera colegiada con el objetivo de mejorar la enseñanza de las matemáticas en las áreas de ingeniería.

El desafío ahora es seguir buscando y diseñando nuevas propuestas didácticas que nos permitan ayudar a nuestros alumnos a comprender y aprender los conceptos matemáticos que son fundamentales en su formación como ingenieros.

Tenemos presente que la actividad presentada no aplica para todas las ingenierías, razón que refuerza la importancia de buscar adaptar y contextualizar en lo posible nuestras clases y actividades a cada una de ellas. Conviene reflexionar en qué contexto el CM se convierte en un saber funcional dentro de un campo disciplinar específico. Es una labor enorme que requerirá de muchos años de investigaciones, pero consideramos que iniciar por nuestras aulas y participar en este tipo de trabajos ayudará a que más docentes de matemáticas en el área de ingeniería comiencen a colaborar y compartir sus experiencias y logros, todo en pro de una mejora de la enseñanza de las matemáticas.

Reflexión

A manera de colofón, queremos concluir este escrito con una reflexión de la primera autora sobre el papel de las mujeres en el campo de la Ingeniería y en la enseñanza de las matemáticas de futuros ingenieros:

Hace aproximadamente 12 años, durante la clase muestra que realicé para obtener mi primer empleo como docente, los evaluadores (como era de esperarse) me hicieron cuestionamientos en torno al conocimiento y dominio

matemático, posteriormente pasaron a preguntas personales en torno a la posibilidad de cumplir con mi papel como docente a la par de ser esposa y madre.

Los llamados datos duros nos reflejan una presencia cada vez mayor de profesoras en el nivel superior. Según el último censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI] (2019) somos 1.7 millones de docentes. 14% (232 mil) en el nivel superior, de los cuales el 53% son hombres y 47% son mujeres. En la población de docentes mayores a 50 años, seis de cada 10 son hombres; en la población entre 30 y 49 años, la proporción de mujeres y de hombres es 5 de 10, es decir la misma; en el de menores de 30 años, 6 de cada 10 son mujeres.

Los datos cualitativos derivados de mi propia experiencia, de mis vivencias como docente que ha convivido con muchos colegas hombres, me han permitido observar diversas inquietudes hacia mi persona. De los profesores de mayor edad he recibido comentarios sobre el hecho de que mi esposo "me deje" trabajar, sobre si (dado mi papel de esposa y madre) podré acompañar a los muchachos a las prácticas, mi gusto por la tierra o el campo e incluso sugerencias sobre mi aspecto personal para no "inquietar" a los muchachos. Con compañeros cercanos a mi edad (30-40 años) he percibido sorpresa al ver que cumpla con las mismas actividades que ellos desempeñan, teniendo quizás mayor responsabilidad en el plano personal. Debo decir que los colegas de menor edad presentan menos impresiones por ser una mujer ingeniera, formadora de ingenieros.

De manera optimista, observamos que quizás el tiempo y las nuevas generaciones erradiquen los mitos y prejuicios en torno a la mujer en la Ingeniería. Mientras tanto, sigamos trabajando.

REFERENCIAS

- Busca Equipos Oline (2021). *Scooptram Caterpillar R1300 G 4.1 yd3 [Figura 4]*. Recuperado de <https://busca-equipos.online/product/scooptram-caterpillar-r1300-g-4-1-yd3/>
- Camarena, P. (2010). Aportaciones de investigación al aprendizaje y enseñanza de la matemática en ingeniería. *Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica*, 1-47. www.ai.org.mx/ai/archivos/ingresos/camarenagallardo/dra._patricia_c.amarena_gallardo.pdf
- Camarena, P. (2013). A treinta años de la teoría educativa "Matemática en el Contexto de las Ciencias". *Innovación Educativa*, 13(62), 17-44.
- Cantoral, R., y Farfán, R. (2003). Matemática Educativa: Una visión de su evolución. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 6(1), 27-40.
- Chatterjee, A. (2005). Mathematics in engineering. *Current Science*, 88(3). Recuperado el 12 de marzo de 2021, de www.jstor.org/stable/24110207?seq=1
- Covián, O. (2013). *La formación matemática de futuros profesionales técnicos en construcción* [Tesis de doctorado, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional].
- García, J. (2013) La problemática de la enseñanza y el aprendizaje del cálculo para ingeniería. *Revista Educación*, 37(1), 29-42.
- Imágenes de Maquinaria Pesada (2020). *Jumbo frontonero. [Figura 3]*. Recuperado de <https://imagenesdemaquinariapesada.com/imagenes-de-equipos-mineria-subterranea-trackless/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI] (2020). *Estadísticas a propósito del día mundial de los docentes (Enseñanza superior)*. Recuperado de https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2020/DOCSUP_Nal20.pdf

- Minería Chilena (2021). *Chuqui Subterráneo*. [Figura 5]. Recuperado de <https://www.mch.cl/2017/03/20/llevan-la-tv-la-epopeya-chuqui-subterraneo/>
- Plaza, L. (2017). Modelación matemática en ingeniería. *Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 11, 47-57.
- Segura, L. (2016). *Conocimiento matemático en uso del Ingeniero Topógrafo y Fotogrametrista* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Zacatecas].
- Trejo, E., Camarena, P., y Trejo, N. (2013). Las matemáticas en la formación de un ingeniero: la matemática en contexto como una propuesta metodológica. *Revista de Docencia Universitaria*, 11 (Número especial), 397-424.
- Tuyub, I. (2008). *Un estudio socioepistemológico de la práctica toxicológica. Un modelo sobre la construcción social del conocimiento* [Tesis de maestría, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional].

