

# Adecuación de actividades matemáticas a partir de las competencias de ingreso a carreras de Ingeniería

EJE N° 3

Relato de experiencia pedagógica

Leonardo Javier D'Andrea  
Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Avellaneda  
dandrealj@yahoo.com

## RESUMEN

Luego de describir cómo se inserta el Seminario Universitario de Matemática en las carreras de Ingeniería en la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Avellaneda, se describe y fundamenta un conjunto de criterios para generar actividades de un alto potencial matemático con el fin de favorecer el desarrollo de competencias requeridas para el Ingreso a los Estudios Universitarios en Carreras de Ingeniería, según lo define el CONFEDI.

Se recurrió a aportes de la Teoría Histórico-Cultural asociados a los sentimientos intelectuales como el interés, el asombro, la curiosidad, entre otros. Los principios vygotskianos que argumentan la propuesta didáctica, pedagógica y epistemológica guardó cohesión interna con la formación centrada en el estudiante, de acuerdo a lo que propone el Enfoque por Competencias. Posteriormente, se menciona cómo adecuar consignas matemáticas para favorecer el desarrollo de competencias que fueron seleccionadas previamente y desde las cuales se originan y justifican todas las tareas realizadas.

**PALABRAS CLAVE:** Actividades matemáticas, Competencias de Acceso, Teoría Histórico-Cultural.

## INTRODUCCIÓN

El Seminario Universitario es un ciclo formativo que da inicio al cursado de las carreras de Ingeniería que se desarrollan en la Facultad Regional Avellaneda de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN-FRA) en la Argentina.

Su propósito general es marcar el pasaje entre ciertas formas de estudio y trabajo consolidadas en otros niveles de escolaridad y formas superadoras de aprendizaje. En particular, las acciones que se desarrollan a lo largo del Módulo Matemática, implican favorecer que los estudiantes construyan una serie de habilidades y capacidades que luego se amplían y generalizan a lo largo de la carrera, y devienen en las competencias específicas al momento de su graduación.

Estas acciones se han planificado considerando las competencias de ingreso que están enunciadas en el siguiente apartado y que son seleccionadas con el fin de articular el Módulo Matemática con las cátedras Álgebra y Geometría Analítica y Análisis Matemático I. De esta estructura, se desprende que el eje central son las actividades (ejercicios y/o problemas) que se proponen resolver a los estudiantes ya sea en sus tiempos personales de estudio, en los encuentros o en las tareas de evaluación, y sobre las cuales se reflexiona en el presente artículo.

## **SELECCIÓN DE COMPETENCIAS REQUERIDAS PARA EL INGRESO EN CARRERAS DE INGENIERÍA**

En CONFEDI (2014) se afirma que las características de la Educación Superior requieren que quien inicia una carrera universitaria deba poseer el dominio de una serie de competencias básicas, porque el aprendizaje constituye un proceso complejo que se compone de competencias diferentes que convergen en el resultado final formativo. En función a ello, se reconoce que:

La formación de los estudiantes en el nivel medio, debe desarrollar competencias generales como: creatividad, interés por aprender, pensamiento crítico (capacidad de pensar con juicio propio) habilidad comunicacional, capacidad para resolver situaciones problemáticas, tomar decisiones, adaptarse a los cambios y trabajar en equipo, poseer pensamiento lógico y formal. (CONFEDI, 2014, p. 35)

Luego, se plantea que la formación universitaria debería continuar con el desarrollo y consolidación de estas competencias. Asimismo, el Enfoque por Competencias como marco teórico de enseñanza y de aprendizaje necesita no solo de conocer al

desarrollo de qué competencias se está favoreciendo, sino también de cambios pedagógicos, didácticos y hasta epistemológicos de la disciplina en la que se trabaje. Inmerso en este contexto sobre las competencias de acceso, desde el año 2020 en el Seminario Universitario de Matemática en la UTN-FRA se diseñó una planificación basada en el Enfoque por Competencias, seleccionando inicialmente al desarrollo de qué competencias se estará favoreciendo desde la propuesta curricular.

La *competencia básica* elegida fue la “resolución de problemas”, reconociendo las seis fases y los indicadores de logro de las mismas que se describen en CONFEDI (2014): (I) Comprensión del problema; (II) Formulación de hipótesis; (III) Planificación de estrategias; (IV) Resolución del problema; (V) Verificación de resultados; (VI) Comunicación de resultados. Las *competencias transversales* seleccionadas fueron “autonomía en el aprendizaje” y “destrezas cognitivas generales”.

## **APORTES DE LA TEORÍA HISTÓRICO-CULTURAL**

La problemática de la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática en las carreras de Ingeniería está asociada a una perspectiva conservadora caracterizada por clases magistrales y resolución de actividades descontextualizadas (Trejo; Camarena Gallardo y Trejo, 2013; García Renata, 2013; Camarena Gallardo, 2010). Para poder llevar adelante procesos de enseñanza y de aprendizaje que favorezcan a las competencias básicas, competencias transversales y competencias específicas mencionadas en el apartado anterior, se recurrió a dos principios vygotkianos que conllevan a asumir un posicionamiento pedagógico-didáctico y cognitivo acorde a lo que propone el Enfoque por Competencias.

A continuación, se enumeran dos postulados vygotkianos que responden a la propuesta del aprendizaje centrado en el estudiante (Cukierman, 2018), según lo definen CONFEDI (2014-2018), y desde los cuales se pudo plantear el diseño de actividades matemáticas con alto potencial matemático (Rodríguez, 2017) para favorecer el desarrollo de las competencias de acceso, previamente seleccionadas.

1. *El proceso educativo resulta ser trilateralmente activo: es activo el estudiante, es activo el docente y activo es el medio existente entre ellos. Se debe concebir dicho proceso como un proceso dinámico, activo y dialéctico.* (Vygotsky, 1926/2005)

La teoría vygotskyana afirma que el único educador capaz de formar nuevas reacciones en el organismo es la experiencia propia, la *experiencia personal* del estudiante.

Este principio pedagógico, agrega el autor, pone de manifiesto el enorme error de la pasividad del estudiante en las tareas educativas, tanto como el menosprecio de su experiencia personal: “Se debe colocar, en la base del proceso educativo, la actividad personal del alumno y todo el arte del educador debe reducirse nada más que a orientar y regular esa actividad” (Vygotsky, 1926/2005, p. 113)

En esta última cita, puede observarse una proximidad con lo que se plantea en CONFEDI (2014) respecto a la necesidad del cambio de paradigma de la enseñanza tradicional y la propuesta del aprendizaje centrado en el estudiante: “el uso de principios pedagógicos encaminados a favorecer la capacidad del estudiante para aprender por sí mismo” (p. 36).

2. *La norma de todo docente debe ser: “antes de explicar, interesar; antes de obligar a actuar, preparar para esa acción; antes de apelar a las reacciones, preparar la orientación; antes de comunicar algo nuevo, provocar la expectativa de eso nuevo”* (Vygotsky, 1926/2005, p. 203).

Este segundo principio vygotskyano se encuentra estrechamente ligado a la tarea docente debido a que interpela al educador en su quehacer profesional. Vygotsky (1926/2005) describe la importancia de los *sentimientos intelectuales* en la educación, tales como la curiosidad, el interés, el asombro, etcétera. Esta denominación de sentimientos “intelectuales” se debe a que surgen en conexión directa con la actividad intelectual y la dirigen de modo evidente.

Respecto al interés, Vygotsky (1926/2005) afirma que se trata de una suerte de motor natural de la conducta, el indicador de que la actividad coincide con las necesidades de la persona. Entonces, este autor propone tres *reglas pedagógicas-cognitivas* que pueden favorecer el interés en la formación:

- La primera regla consiste en la *vinculación entre todos los temas* de un curso, debido a que es la mejor forma de despertar un interés único, centrarse en torno de un solo eje (o un número reducido de ellos).
- La segunda regla es *no recurrir a la repetición* como método de recordación y asimilación de conocimientos. Lo adecuado es evitar totalmente la repetición y

hacer que *la enseñanza sea concéntrica*, es decir, disponer un tema de modo tal que sea recorrido en su totalidad en forma más breve y sencilla posible de una sola vez. Posteriormente, el docente regresará a otras cuestiones sobre el tema, pero no para una simple repetición de lo ya abordado, sino para profundizar y ampliar con hechos nuevos, generalizaciones y conclusiones.

- La tercera regla prescribe *estructurar todo el sistema escolar directo con la vida*, enseñar partiendo de lo que se conoce, valorar las experiencias previas de los estudiantes, sus motivaciones y saberes al iniciar un curso.

## **ADECUACIÓN DE ACTIVIDADES MATEMÁTICAS**

A partir de lo analizado y con el fin de ejemplificar acciones concretas enmarcadas en los constructos teóricos y prácticos descritos más arriba, se propone mostrar cómo se aplicaron criterios de selección y de adecuación de actividades matemáticas que suelen encontrarse en libros de texto. Para describir el contexto en que puede enmarcarse a cada enunciado seleccionado, se utilizaron los tres modelos tradicionales de la enseñanza de la Matemática propuestos en Pochulu, D'Andrea y Ferreyro (2019):

- 1) *Formalistas / estructuralistas* – profesores que otorgan vital importancia a los conceptos, definiciones, propiedades, estructuras, lemas, teoremas y proposiciones propios de la matemática, cuyo desarrollo de clase es magistral y los contenidos se presentan en forma descontextualizada –.
- 2) *Mecanicistas / empiristas* – docentes centrados en aplicación de procedimientos, técnicas y algoritmos propios de la ciencia, con un desarrollo de clases basada en la repetición y la mecanización de reglas y procedimientos –.
- 3) *Contextualizado / realista* – clases orientadas a los *procesos* y tienen como principio construir modelos que describan el mundo real. Por lo tanto, se llevan a cabo actividades de observación, investigación, informes, planteo de situaciones conflictivas que impliquen el análisis, entre otras.

A continuación, se debaten consignas matemáticas asociadas a trabajar contenidos referidos al estudio inicial de funciones escalares.

### **Enunciados de actividades en un contexto intra-matemático tradicional**

**Ejemplo 1** (extraído de Purcell, Varberg y Rigdom, 2007, p. 31)

Bosqueje las gráficas de: (a)  $f(x) = x^2 - 2$       (b)  $g(x) = \frac{2}{x-2}$

Proponer esta tarea conlleva a considerar que los estudiantes reconozcan que se trata de funciones donde deberán definir dominio, utilicen tablas de valores o softwares matemáticos para realizar su gráfica, infieran características de la curva asociada a cada función. Estas y otras acciones se contextualizan en la teoría matemática, se espera que apliquen fórmulas para hallar los solicitado, realicen operaciones e intenten mostrar el gráfico en un Sistema de Ejes Cartesianos.

Se observó que esta consigna podría aproximarse a las características del modelo de enseñanza mecanicista/empirista, lo que permite inferir un bajo grado de desarrollo de las competencias genéricas, transversales y específicas; y se encuentra bastante alejada de los principios vygotskianos porque no habilita a una participación activa del docente y de los estudiantes, el interés se reduce a una aplicación directa de técnicas y algoritmos y al posible uso poco significativo de un software matemático.

### Enunciados de actividades en un contexto extra-matemático tradicional

**Ejemplo 2** (extraído de Thomas, 2010, p. 13)

Una central eléctrica se encuentra cerca de un río, donde éste tiene un ancho de 800 ft (pies). Tender un cable de la planta a un lugar en la ciudad, 2 millas (mi) río abajo en el lado opuesto, tiene un costo de \$180 por ft que cruce el río y \$100 por ft en tierra a lo largo de la orilla del río.

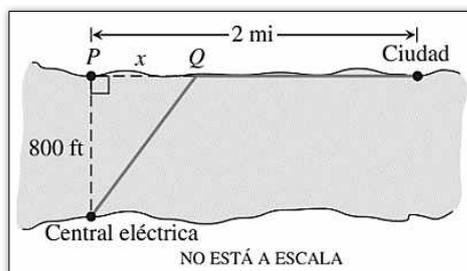


Figura 2: Consigna del ejemplo 2.

- Suponga que el cable va de la planta al punto  $Q$ , en el lado opuesto, lugar que se encuentra a  $x$  ft del punto  $P$ , directamente opuesto a la planta. Escriba una función  $C(x)$  que indique el costo de tender el cable en términos de la distancia  $x$ .
- Genere una tabla de valores para determinar si la ubicación más barata para el punto  $Q$  es menor a 2000 ft o mayor a 2000 ft del punto  $P$ .

Proponer esta tarea conlleva a considerar que los estudiantes obtengan la fórmula de una función en un contexto "ficticio", apliquen fórmulas o algoritmos para hallar los solicitado, optimicen el valor de una variable a partir de tablas de valores.

Cuando se dice que refiere a un contexto no real, se está pensando en lo que Alsina (2010) suele llamar "realidades inventadas": situaciones aparentemente posibles que

incluyen datos o medidas equivocadas, sin referencias físicas, químicas, biológicas o ingenieriles adecuadas (por ejemplo, algunas preguntas sin respuesta y que afectan a la resolución son: ¿no importa la profundidad o corriente del río? ¿La central eléctrica y el punto P están tan próximos a las márgenes del río, que es despreciable la distancia entre cada uno de ellos y dichos márgenes? ¿El cable desde punto P a la ciudad, se ubicará a cierta profundidad o a cierta altura? Es decir, ¿realmente es posible esta situación con solo conocer los catetos de un triángulo rectángulo?), “presentan un modelo abstracto que nunca se corresponderá con una realidad del planeta tierra” (Alsina, 2010, p. 166) y creen favorecer el interés sobre una realidad falseada “convirtiendo lo que debería ser una motivación para unas matemáticas activas en un artificio para consagrar unas matemáticas pasivas” (Alsina, 2010, p. 173).

Esto se debe, por ejemplo, a que la situación no refiere específicamente a una ciudad ni aun río que realmente exista, las medidas y hasta el nombre de las variables son dadas en el enunciado, se explicita qué pasos se debe seguir y qué se pretende obtener, sin que haya un motivo genuino del para qué.

Aunque se pueda decir que esta actividad intenta dar un contexto no específicamente matemático, y hasta -tal vez- próximo a una situación enmarcada en una cuestión de la Ingeniería; lo cierto es que al igual que el ejemplo anterior esta consigna podría aproximarse a las características del modelo de enseñanza mecanicista/empirista, lo que permitió inferir un bajo grado de desarrollo de las competencias; y se encuentra bastante alejada de los principios vygotskianos porque no habilita a una participación activa del docente y de los estudiantes, el interés se reduce a una aplicación directa de técnicas y algoritmos, con respuestas únicas a lo que se solicita, y a un nulo uso de un software matemático porque se indica el modo de trabajo (usar tabla de valores).

### **Enunciado de actividades considerando competencias seleccionadas**

#### Ejemplo 3<sup>1</sup>

Se propone comenzar con el estudio de varios tipos de funciones cuya gráfica es una curva que suele estar presente en situaciones de la vida cotidiana. Dividiendo en cuatro grupos a los integrantes del curso, se propone para cada uno una tarea diferente:

---

<sup>1</sup> Creación propia.

- En el primer grupo se trabajará sobre la trayectoria que se genera cuando se arroja un bollo de papel hacia un sesto de basura, al golpear una pelota en algunos deportes (fútbol, vóley, otros), se riega las plantas con una manguera, regadera o jarro.
- En el segundo grupo se investigará sobre funciones periódicas, como aquellas curvas que describen la presión sanguínea, vibraciones del sonido, el movimiento armónico simple de resortes, generadores de corriente alterna, entre otras situaciones.
- En el tercer grupo se indagará sobre funciones que describen el crecimiento o decrecimiento poblacional o crecimiento logístico, la desintegración radioactiva, el cálculo de interés compuesto en economía o la percepción de la intensidad del sonido.

Para realizar esta tarea se puede utilizar los celulares o las computadoras, subdividirse dentro de cada grupo, en pequeños subgrupos de al menos dos integrantes y generar un breve informe sobre:

- (i) Cómo se suele denominar a esas curvas.
- (ii) A qué cuestiones físicas, químicas, biológicas, económicas o ingenieriles se debe que ella se genere en esas situaciones mencionadas.
- (iii) Describir o explicar qué expresiones o fórmulas matemáticas se mencionan para modelizar o representar a la curva.

Para esta última parte de la actividad, se solicita proponer una consigna acerca de una situación (puede ser alguna de las mencionadas u otras) donde se brinde el contexto y los datos necesarios que permitan conocer alguna característica de la curva, utilizando las expresiones o fórmulas matemáticas a explicar. Posteriormente, la consigna diseñada será presentada a otro grupo, a cuyos integrantes se deberá orientarlos para su resolución, utilizando explicaciones sobre los puntos del informe generado.

En esta actividad se espera que inicialmente el protagonismo lo tomen los estudiantes, es decir, la labor sea una experiencia propia de cada persona como menciona el primer principio vygotskyano. Al buscar la información se puede dar lugar al diálogo entre estudiantes o entre ellos y el docente, se debata sobre qué es válido y/o correcto de todo el material encontrado para responder a la actividad.

El docente también debería asumir un rol de organizador del medio social educativo, acompañando y regulando las interacciones con y entre los grupos de estudiantes y el medio (por ejemplo, disponibilidad de celulares o computadoras, internet, entre otros). Habilitar, a libre elección de cada equipo, la consigna a crear donde utilizar las expresiones y las fórmulas matemáticas, favorece a que las personas reaccionen según sus intereses o motivaciones, de acuerdo a sus conocimientos o experiencias previas. Con ello, se genera un escenario que responde al segundo principio vygotskyano, porque se está buscando el interés antes de explicar, se invita a actuar sin imponer lo que se quiere enseñar, el docente orienta sin apelar a las acciones de los estudiantes y se provoca la expectativa de conocer saberes sin comunicarlos o exponerlos en forma directa.

Debido a que en el mismo enunciado se explicita qué se pretende lograr al resolver la tarea, esto brinda el para qué de la misma, aproximándonos a una práctica matemática significativa. Para favorecer el interés, la tarea aborda una aproximación a objetos matemáticos empleados en situaciones de la vida cotidiana (lo que ubicaría este ejemplo en un modelo de enseñanza contextualizado/realista).

También, la actividad permite un acercamiento al estudio de diversos tipos de funciones escalares (probablemente se implementen solo algunas nociones sobre las funciones cuadráticas, las funciones trigonométricas, las funciones exponenciales y las funciones logarítmicas) que podrá profundizarse en futuras actividades (integrando este contenido con los siguientes, es decir, mantener una enseñanza concéntrica) y no se propone, como en la enseñanza tradicional rutinaria y mecanicista, incluir varios ítems de aplicación donde se reitere exactamente una y otra vez lo aprendido.

Respecto a las competencias genéricas, el nivel de logro se considera alto, fundamentalmente porque se contemplan la mayoría de las capacidades mencionadas: debido a que los datos deben ser hallados o definidos por parte de los estudiantes, esto conlleva a que se debe identificar y organizar la información, evaluar el contexto particular del problema, realizar una búsqueda creativa de respuestas, implementar el uso de tecnología y/o softwares matemáticos que modelicen situaciones posibles, entre otras.

## **CONCLUSIONES**

El Enfoque por Competencia en la formación de Ingenieros requiere de un proceso de cambio profundo y genuino en los modelos de enseñanza y de aprendizaje tradicional fuertemente enfocados en los saberes. Particularmente, lo que refiere a la enseñanza de la Matemática en carreras de Ingeniería, se reconoce la permanencia de modelos de enseñanza formalistas y mecanicistas, donde los principios de la formación basada en competencias no encontrarían posibilidad de ser viables.

El recorrido realizado en el presente artículo logró delimitar los diferentes niveles de concreción para la instrucción del Seminario Universitario de Matemática como un curso inicial en las carreras de Ingeniería. Sin embargo, el mismo proceso se puede adaptar al resto de los descriptores de conocimiento de estas carreras.

En particular, los ejemplos descriptos dieron cuenta de cuan complejo es efectuar estos cambios y ello se fundamenta en la necesidad de cambios aptitudinales, rupturas en creencias arraigadas y moverse de lugares de conformismo que permitan posicionarse en un modelo de enseñanza y de aprendizaje diferente. Esto es un trabajo no solo de los docentes sino también de los estudiantes.

El reto que trae la propuesta del Enfoque por Competencias en la formación de Ingenieros consiste en alterar “la cultura institucional de nuestras universidades, generalmente muy asentada en tradiciones y rutinas establecidas durante siglos” (Zabalza Beraza, 2007, p. 1). Nos encontramos frente a una gran oportunidad de modernizar la educación universitaria con cambios significativos en la orientación de la formación de Ingenieros. Esto no significa que en la enseñanza tradicional no se enseñara ni se aprendiera, por ello Vygotsky (1926/2005) advierte que “la lección que dicta el [docente] en forma acabada puede enseñar mucho, pero sólo inculca la habilidad y el deseo de aprovechar todo lo que proviene de manos ajenas, sin hacer ni comprobar nada” (p. 475) y agrega, entonces, “para la educación actual no es tan importante enseñar cierta cantidad de conocimientos, sino educar la aptitud de adquirir estos conocimientos y valerse de éstos” (p. 475).

## REFERENCIAS

- Alsina, C. (2010). *Asesinatos matemáticos. Una colección de errores que serían divertidos si no fuesen tan frecuentes*. España: Editorial Planeta.
- Camarena Gallardo, P. (2010). Aportaciones de Investigación al aprendizaje y enseñanza de la matemática en Ingeniería. *Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica. IPN*, pp. 1-32.
- CONFEDI (2014). *Competencias en Ingeniería*. Argentina: Universidad FASTA.
- CONFEDI (2018). *Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la república argentina “libro rojo de CONFEDI”*. Argentina: Ediciones CONFEDI.
- Cukierman, U. (2018). Aprendizaje centrado en el estudiante: un enfoque imprescindible para la educación en ingeniería, en Giordano Lerena R. y Lozano Moncada C. (eds) *Aseguramiento de la Calidad y Mejora de la Educación en*

*Ingeniería: Experiencias en América Latina*, Bogotá (Colombia): ACOFI, pp. 27-39.

García Retana, J. Á. (2013). La problemática de la enseñanza y el aprendizaje del cálculo para ingeniería. *Educación*, 37(1), pp. 29-42.

Godino, J. D. (2003). *Teoría de las Funciones Semióticas*. España: Ediciones Facultad de Ciencias.

Pochulu, M. D.; D'Andrea, L. J. y Ferreyro, M. (2019). "Indicadores referenciales para valorar planificaciones de matemática de ingeniería centradas en enseñanza por competencias", *Revista Electrónica de divulgación de STEM*, 1, pp. 66-83.

Purcell, E.; Varberg, D. y Rigdom, S. (2007). *Cálculo Diferencial e Integral*. México: Pearson.

Rodríguez, M. (2017). *Perspectivas metodológicas en la enseñanza y en la investigación en educación matemática*. Argentina: Ediciones UNGS.

Thomas, G. (2010). *Cálculo de un variable* [12ª Edición]. México: Pearson.

Trejo, E. T.; Camarena Gallardo, P. C. y Trejo, N. T. (2013). Las matemáticas en la formación de un ingeniero: una propuesta metodológica. *REDU: Revista de Docencia Universitaria*, 11 (1), pp. 397-424.

Vygotsky, L. S. (1926/2005). *Psicología Pedagógica*. Argentina: Aique.

Zabalza Beraza, M. (2007). El trabajo por competencias en la enseñanza universitaria. En *Cátedra de didáctica y Orientación Escolar*, Ediciones online de Universidad de Santiago de Compostela, pp. 1-55.