

Análisis de las competencias matemáticas en los ingresantes de Ingeniería

Graciela del Carmen Lazarte, Facultad de Ingeniería, UNJu, gdelclazarte @ gmail.com

Nélida Beatriz Priemer, Facultad de Ingeniería, UNJu, nelidapriemer@ gmail.com

Elizabeth Garnica, Facultad de Ingeniería, UNJu, @ gmail.com

Roberto Carlo Mamani, Facultad de Ingeniería, UNJu, Institución, correo electrónico

Resumen— Sabemos que es necesaria una buena alfabetización matemática para conseguir que los estudiantes sean capaces de analizar, razonar y comunicar eficazmente en la resolución de problemas matemáticos. Un buen nivel en el desempeño de estas capacidades muestra cuando un estudiante es competente en el empleo de las matemáticas. En definitiva, queremos que los estudiantes se atrevan a pensar con ideas matemáticas y que además las empleen en todos los contextos de su vida cotidiana, en concordancia con cuestiones enunciadas en el proyecto Tuning-America Latina y en documento del CONFEDI de 2006 sobre competencias. En este aspecto, ¿Cuál es la situación de los ingresantes a ingeniería?

En el presente trabajo analizamos las evaluaciones tomadas en el curso de Nivelación 2017 y 2018 con el fin de investigar el rendimiento de los alumnos en las competencias puestas en juego en la resolución de esta prueba. Se usó como instrumento dos muestras de 115 evaluaciones de cada cohorte. Se ha analizado las competencias básicas para actuar y pensar matemáticamente en situaciones de cantidad; de regularidad, equivalencia y cambio y por último de forma, movimiento y localización. En las conclusiones se indicaran las competencias en las que se observó un mejor desempeño de los estudiantes y aquellas en las que resulta necesario considerar acciones para superarlas.

Palabras clave— *competencias, matemáticas, ingresantes.*

1. ¿Qué entendemos por competencia?

Llamamos competencia a la facultad que tiene una persona para actuar conscientemente en la resolución de un problema o el cumplimiento de exigencias complejas, usando flexible y creativamente sus conocimientos y habilidades, información o herramientas, así como sus valores, emociones y actitudes.

La competencia es un aprendizaje complejo, pues implica la transferencia y combinación apropiada de capacidades muy diversas para modificar una circunstancia y lograr un determinado propósito. Es un saber actuar contextualizado y creativo, y su aprendizaje es de carácter longitudinal, dado que se reitera a lo largo de toda la

escolaridad. Ello a fin de que pueda irse complejizando de manera progresiva y permita al estudiante alcanzar niveles cada vez más altos de desempeño.

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. Estas competencias deben ser desarrolladas en la escuela secundaria y durante la instancia universitaria continuar con su desarrollo.

Sabemos que es necesaria una buena alfabetización matemática para conseguir que los estudiantes sean capaces de analizar, razonar y comunicar eficazmente en la resolución de problemas matemáticos. Un buen nivel en el desempeño de estas capacidades muestra cuando un estudiante es competente en el empleo de las matemáticas. En definitiva, queremos que los estudiantes se atrevan a pensar con ideas matemáticas y que además las empleen en todos los contextos de su vida cotidiana, en concordancia con cuestiones enunciadas en el proyecto Tuning-America Latina y en documento del CONFEDI de 2006 sobre competencias. En este aspecto, ¿Cuál es la situación de los ingresantes a ingeniería?

Todo ello con el objeto que los ingenieros egresados, estén formados no sólo en el saber sino también en el saber hacer. El mundo cambió y sigue cambiando, y la sociedad actual exige más a la Universidad; no sólo exige la formación profesional (el “saber”), sino también, la dotación de competencias profesionales a sus egresados (el “saber hacer”). Esto se ve claramente y es asumido así por las universidades a partir de la Declaración de Bolonia de 1999 y la declaración de “la educación como un servicio público” de la Convención de Salamanca de 2001.

También el CONFEDI consideró conveniente avanzar en la determinación de las competencias genéricas de acceso de un estudiante de nivel medio que deseara continuar estudios superiores en ingeniería. Esto significa definir un punto de partida mínimo a partir del cual se podrían desarrollar los currículos para alcanzar las competencias de egreso al finalizar el proceso formativo. (documento de CONFEDI)

2. Descripción del trabajo

Los ingresantes a nuestra facultad inician el cursado de las asignaturas de primer año una vez que han aprobado la evaluación del Curso de Nivelación. Esta situación nos llevó a considerar que un análisis de los resultados de estas evaluaciones relacionándolos con las competencias puestas en juego en los ejercicios incluidos, nos podría dar una idea de las competencias matemáticas que nuestros ingresantes poseen. Esto nos llevaría a señalar las competencias en las que se observó un mejor desempeño de los estudiantes y aquellas en las que resulta necesario considerar acciones para superarlas. Además podría dejar una discusión abierta y orientada a mejorar los instrumentos de evaluación y orientarlos más hacia una educación basada en competencias.

En el Curso de Nivelación mencionado se dictan contenidos de matemática del Nivel Medio que son, en rasgos generales:

Conjuntos Numéricos, operaciones algebraicas, expresiones algebraicas, ecuaciones lineales, sistemas de ecuaciones lineales, funciones trigonométricas, ecuaciones trigonométricas, polinomios, recta y parábola.

De este modo se puede analizar el desempeño de los estudiantes en competencias matemáticas que se establecen para el Nivel Medio. Estas son:

- actuar y pensar matemáticamente a través de situaciones de cantidad (competencia 1);
- actuar y pensar matemáticamente a través de de regularidad, equivalencia y cambio (competencia 2)
- y por último actuar y pensar matemáticamente a través de situaciones de forma, movimiento y localización (competencia 3).

Para el Nivel Medio se establece una cuarta competencia matemática: Actúa y piensa matemáticamente en situaciones de gestión de datos e incertidumbre. Esta implica desarrollar progresivamente las formas cada vez más especializadas de recopilar, el procesar datos, así como la interpretación y valoración de los datos, y el análisis de situaciones de incertidumbre. Dado que no se desarrollan aprendizajes asociados con esta competencia en el curso de nivelación no se la incluye en el desarrollo de este artículo.

Estas competencias matemáticas, correspondientes al nivel medio, se describen como actuar y pensar matemáticamente, lo que debe entenderse como usar la matemática para describir, comprender y actuar en diversos contextos; siendo una de las características en ellas el plantear y resolver problemas.

En este análisis se ha considerado dos muestras de 115 evaluaciones aprobadas cada una. Se consideraron pruebas aprobadas ya que el interés es investigar las competencias matemáticas del grupo de ingresantes a primer año de Ingenierías. Este análisis se realizó en dos cohortes, 2017 y 2018 para establecer diferencias y/o similitudes

Las muestras corresponden a los totales de estudiantes evaluados y aprobados que se indican en la siguiente tabla.

Tabla 1: Instrumento de investigación

Cohorte	evaluados	aprobados	muestra
2017	417	168	115
2018	790	467	115

Encada evaluación se clasificaron las actividades propuestas según la competencia matemática involucrada.

En lo que sigue, se desarrollará, para cada una de las tres competencias involucradas en las evaluaciones, una breve descripción de la competencia y de los aprendizajes asociados a ella. A esto se agregará el informe de los enunciados involucrados y el comentario de los resultados observados en las muestras.

3. Actúa y piensa matemáticamente en situaciones de cantidad

La competencia actúa y piensa matemáticamente en situaciones de cantidad (competencia 1), implica comprender en el sentido numérico y de magnitud, la

construcción del significado de las operaciones, así como la aplicación de diversas estrategias de cálculo y estimación del resultado al resolver un problema.

Características de los aprendizajes asociados a la idea de cantidad:

- Conocer los múltiples usos que les damos a las cantidades.
- Realizar procedimientos como conteo, cálculo y estimación de cantidades.
- Identificar los conjuntos numéricos y relacionarlos con su representación simbólica.
- Comprender y usar los números en sus variadas representaciones.
- Emplear relaciones y operaciones basadas en números.
- Comprender el Sistema de Numeración Decimal.
- Utilizar números para expresar atributos de medida reconocidas en el mundo real.
- Comprender el significado de las operaciones con cantidades y magnitudes.

Los aprendizajes incluidos en el Curso de Nivelación relacionados con esta competencia son la identificación de los conjuntos numéricos y su representación simbólica, el uso de los números en sus distintas representaciones y el empleo de operaciones basadas en números. Los ejercicios que involucran esta competencia son:

Ejercicios en evaluación de 2017

1.- Indique si es verdadero o falso lo que se afirma

a) $(2/5 - 1/2) \in N$ b) $\sqrt{2} + \sqrt{7}$ es un número racional

2.- Si $A = [-1; 4)$ y $B = [-4; 2)$ entonces $A \cup B = \dots\dots\dots$

Ejercicios en evaluación de 2018

1) Indique si es verdadero o falso (V o F)

$\sqrt{7} \in Q$ $20/4 \in Z$ $-3/7 \in Q$ $-15 \in I$

2) Marque con una cruz la o las funciones que tienen como dominio el conjunto de los reales R

$y = \frac{5}{x+2}$ $y = \sqrt[3]{x-5}$ $y = 2x^2 - 5$ $y = \sqrt{x-1}$

Del análisis estadístico de los datos de la muestra vemos que en 2017 hubo significativa diferencia entre la identificación de los números naturales y los irracionales. (Ej 1a y 1b) de tabla 2.

Tabla 2:

2017	
ejercicio	% respuestas correctas
1a	92
1b	67
2	81

Tabla 3:

2018	
ejercicio	% respuestas correctas
1	85
2	46

Se obtuvo el 46% de las respuestas correctas en la identificación del conjunto de los números reales como dominio de funciones que involucran operaciones en ese conjunto (Tabla 3, ejercicio 2). Es necesario reforzar en esta competencia.

4. Actúa y piensa matemáticamente en situaciones de regularidad, equivalencia y cambio

La competencia actúa y piensa matemáticamente en situaciones de regularidad, equivalencia y cambio (competencia 2), implica desarrollar progresivamente la interpretación y generalización de patrones, la comprensión y el uso de igualdades y desigualdades, y la comprensión y el uso de relaciones y funciones. Toda esta comprensión se logra usando el lenguaje algebraico como una herramienta de modelación de distintas situaciones de la vida real.

Aprendizajes asociados a la idea de patrones, equivalencia y cambio:

- Comprender las regularidades que se reconocen en diversos contextos.
- Expresar patrones y relaciones usando símbolos, lo que conduce a procesos de generalización.
- Comprender la igualdad o desigualdad en condiciones de una situación.
- Hallar valores desconocidos y establecer equivalencias entre expresiones algebraicas.
- Identificar e interpretar las relaciones entre dos magnitudes.
- Analizar la naturaleza del cambio y modelar situaciones o fenómenos del mundo real, con la finalidad de resolver un problema o argumentar predicciones.

En esta competencia se incluyen situaciones que involucran expresiones algebraicas: identidades, polinomios, factoro de expresiones algebraicas y por otro lado también comprende el trabajo con ecuaciones, su planteo y resolución. Se establece a continuación la presentación del análisis por separado de estas dos categorías.

Los ejercicios que corresponden a expresiones algebraicas: identidades, polinomios, factoro de expresiones algebraicas son:

Ejercicios en evaluación de 2017

1.- Indique si es verdadero o falso lo que se afirma

b) $(a + b)^3 = a^3 + b^3$ c) $(-2x)^2 = 2^2 \cdot x^2$ d) $\sqrt[4]{\sqrt{z}} = z^{1/8}$

5.- Dados $P1 = 6x^4 + 2x^3 + x^2 + 5$ y $P2 = 3x^4 - 12x^3 + x - 10$ calcule

$$P_1 - 2 P_2 = \dots\dots\dots$$

6.- Hallar b para que al dividir $2x^3 + x^2 - bx + 6$ por $x - 2$, el resto sea 10.
 $b = \dots\dots\dots$

7.- Al factorizar $b^6 - 6b^4 + 12b^2 - 8$, obtenemos: $\dots\dots\dots$

Ejercicios en evaluación de 2018

3) La expresión $\frac{\sqrt[4]{x} \sqrt[5]{x}}{x}$ simplificada es igual a: $\frac{\sqrt[4]{x} \sqrt[5]{x}}{x} = x \dots\dots\dots$

4) Si $\frac{5}{3x-4} = \frac{1}{x-2}$ entonces x es igual a $\dots\dots\dots$

10) Sea el polinomio $P(x) = 7x - 2x^5 + x^3 - 5$, responda:

- a) 1 es raíz de $P(x)$? si no (marque con una cruz)
- b) el resto de la división de $P(x)$ con $x + 1$ como divisor es $\dots\dots\dots$

11) El resultado de la simplificación de la siguiente expresión $\frac{2x^2 + 6x}{x^2 + x - 6}$

es igual a

- A) $\frac{2x+1}{x+1}$ B) $\frac{8}{-6}$ C) $\frac{2x}{x-2}$ D) $\frac{2x+6}{x-5}$ E) Ninguna de las anteriores

En la cohorte 2017 se observa que un 83% identifica que la potencia no posee propiedad distributiva con respecto a la suma algebraica (ejercicio 1b), sin embargo, como contrapartida, hubo más dificultad en reconocer como se debe operar la potencia en un producto considerando además la regla de los signos (56% de respuestas buenas en 1c). Se evidenció un menor rendimiento en realizar operaciones con polinomios, 50% de respuestas correctas para el ejercicio correspondiente (ejercicio 5).

Del mismo modo solo el 49% de los estudiantes lograron reducir el cubo de un binomio (ejercicio 7).

En el caso del ejercicio 6, que incluye plantear y resolver una ecuación al emplear el Teorema del Resto se obtuvo un 78% de aciertos. (Tabla 4)

Es decir, se presentan dificultades en las competencias de factoro, operatoria con polinomios y aplicación de regla de los signos en potencias.

En cuanto a la evaluación del 2018, el 89 % obtuvo el valor de x en el ejercicio 4 logrando el planteo y solución de una ecuación. El 81% logró identificar la respuesta correcta en el caso de factoro. No hubo dificultades en emplear el teorema del resto (ejercicio 10) con un porcentaje del 77% de buenos resultados casi coincidente con el resultado del 2017 (78%).

En ambas evaluaciones hubo un rendimiento similar en la reducción de expresiones con exponente fraccionario: 77% en ejercicio 1d) del 2017 y 71 % en ejercicio 3 del 2018. (Tabla 5)

Tabla 4:

2017	
ejercicio	% respuestas correctas
1b	83
1c	56
1d	77
5	50
6	78
7	49

Tabla 5:

2018	
ejercicio	% respuestas correctas
3	71
4	89
10	77
11	81

A continuación se indican los ejercicios con ecuaciones, su planteo y resolución

Ejercicios en evaluación de 2017

4.- La suma de tres números enteros consecutivos es 264. La ecuación del planteo del problema es y los números son.....

8.- Dado el siguiente problema:

En una clase de Matemáticas para Ingeniería hay 50 estudiantes. El duplo del número de estudiantes mujeres supera en 7 al número de varones, se quiere saber el número de varones y mujeres que hay en la clase. El planteo del sistema de ecuaciones para resolverlo es la opción:

A) $\begin{cases} x + y = 50 \\ 2x + 7 = y \end{cases}$ B) $\begin{cases} y - x = 50 \\ 2x + 7 = y \end{cases}$ C) $\begin{cases} x = 50 - y \\ 2x - y = 7 \end{cases}$ D) $\begin{cases} y - x = 50 \\ 2x - y = 7 \end{cases}$

Y la solución del problema es: estudiantes mujeres y estudiantes varones

Ejercicios en evaluación de 2018

6).- El valor de "B" para que (4, 2) sea solución del sistema $\begin{cases} 3x - By = 20 \\ 2x + 3y = 14 \end{cases}$ es B =.....

8) Las soluciones en $[0, 360^\circ)$ de la ecuación $5 - 2\cos\beta = 6$ son

Tabla 6:

2017	
ejercicio	% respuestas correctas
4	60
8	71

Tabla 7:

2018	
ejercicio	% respuestas correctas
6	92
8	62

Para el ejercicio 4 del 2017 se obtuvieron el 60% de respuestas correctas, la dificultad principal de este caso está en la modelización requerida a través de la lectura del enunciado, falencia que a través de nuestra experiencia, sabemos que poseen los estudiantes. Luego es necesaria una cabal comprensión del texto para poder modelizar simbólicamente a través de una ecuación. (Tabla 6)

En el ejercicio 8 del 2017, el 71 % de los casos de los estudiantes pudieron identificar, de una lista de cuatro opciones la correspondiente a lo enunciado en el texto, para después obtener la respuesta correcta resolviendo el sistema de ecuaciones.

En la resolución de la ecuación trigonométrica del ejercicio 8 del 2018, hubo un 62% de respuestas correctas. En este caso la dificultad estaba en presentar las dos soluciones posibles entre 0° y 360° . El 92% de los estudiantes pudieron resolver el correctamente el ejercicio 6 del 2018 superando fácilmente la dificultad de reemplazar una solución del sistema para luego resolver una única ecuación. Competencia adquirida con éxito. (Tabla 7)

5. Actúa y piensa matemáticamente en situaciones de forma, movimiento y localización

La competencia actúa y piensa matemáticamente en situaciones de forma, movimiento y localización (competencia 3), implica desarrollar progresivamente el sentido de la ubicación en el espacio, la interacción con los objetos, la comprensión de propiedades de las formas y cómo estas se interrelacionan, así como la aplicación de estos conocimientos al resolver diversas problemas.

Aprendizajes asociados a la idea de formas, posición y movimiento:

- Usar relaciones espaciales al interpretar y describir en forma oral y gráfica trayectos y posiciones para distintas relaciones y referencias.
- Construir y copiar modelos hechos con formas bidimensionales y tridimensionales.
- Expresar propiedades de figuras y cuerpos según sus características para que los reconozcan o los dibujen.

- Explorar afirmaciones acerca de características de las figuras y argumentar sobre su validez.
- Estimar, medir efectivamente y calcular longitudes, capacidades y pesos usando unidades convencionales.

En el caso particular del Curso de Nivelación se emplea esta competencia en el reconocimiento de recta y parábola y en la identificación de las características de su representación gráfica. También en el uso de esquemas que permitan identificar razones trigonométricas para resolver problemas.

Ejercicios en evaluación de 2017

1.- Indique si es verdadero o falso lo que se afirma

f) El vértice de $y = x^2 - 4x$ es $(2, -4)$

3.- Dadas las funciones f, g, h, t cuyas fórmulas son:

$$f(x) = 1 - x^3 \quad g(x) = -x^2 + 2x \quad h(x) = 2x - 5 \quad t(x) = -x^{1/2} + 3x$$

a) La función cuya gráfica corresponde a una recta esy a una parábola es.....

b) En la recta el valor de la pendiente es.....y la ordenada al origen es.....

9.- Si la sombra de un edificio tiene una longitud que es la cuarta parte de su altura, entonces el ángulo que forman los rayos de sol con el piso es $\alpha = \dots\dots\dots$

Ejercicios en evaluación de 2018

5) La parábola de ecuación $y = -9(x - 8)^2 + 1/2$ tiene su vértice en el punto $V(\dots , \dots)$

7) La pendiente de la recta que pasa por los puntos $(9, 1)$ y $(7, 6)$ es $m = \dots\dots\dots$

9)- Dos edificios de terraza plana distan 18m. El edificio más bajo es de 12m de altura y desde el borde de su terraza el ángulo de elevación al borde del edificio más alto es de 40° .

La altura H del edificio más alto es $H = \dots\dots\dots$

Tabla 8

2017	
ejercicio	% respuestas correctas
1 f)	57
3	68
9	42

Tabla 9:

2018	
ejercicio	% respuestas correctas
5	60
7	83
9	71

Se observa dificultad en identificar el vértice de la parábola en ambas cohortes. (57% y 60% respectivamente) (Tabla 8)

El cálculo e identificación de los parámetros de una recta fue mejor en 2018 (83% vs 68%)

La competencia de mayor dificultad fue la que plantea el ejercicio 9 del 2017. Solo el 42% lo realizó correctamente. Este ejercicio implicaba la ubicación en el espacio, a través de un croquis y el uso de razones trigonométricas. En 2018 este ejercicio fue resuelto correctamente en un 71%. (Tabla 9)

6. Conclusiones

En base a los datos obtenidos y analizados en esta muestra pueden señalarse, a modo de conclusiones, diversas situaciones particulares para cada competencia.

En cuanto a la competencia: actuar y pensar matemáticamente a través de situaciones de cantidad; podemos decir que el estudiante comprende el significado de los números y operaciones y puede hacer uso de diferentes representaciones aunque con más dificultades cuando intervienen los irracionales. Sin embargo, se evidencia la dificultad en justificar y validar conclusiones, respaldados en significados y propiedades de los números y operaciones (42% de respuestas correctas en ejercicio 2 del 2018).

Respecto a la competencia: actuar y piensa matemáticamente en situaciones de regularidad, equivalencia y cambio, se obtuvo un rendimiento mediano en 2017 en cuanto a la capacidad de los alumnos de matematizar situaciones y asociar problemas diversos con ecuaciones matemáticas (ejercicios 4 y 8). Dado que en la evaluación 2018 no se evaluó esta capacidad queda como recomendación tener el cuidado de incluir en todas las evaluaciones ejercicios que la incluyan.

También se observó que los estudiantes usaron estrategias para resolver situaciones, por ejemplo, emplearon el teorema del resto para poder responder (ejercicio 6 del 2017).

Por último, se considera que para contrarrestar las dificultades que se vieron en las operaciones algebraicas con polinomios o en el factoro de expresiones algebraicas, habría que rodear a estos temas de un contexto que los aproxime a los problemas reales pero sin forzar situaciones retorcidas. ¡Qué desafío!

Para finalizar, del análisis de la competencia actuar y piensa matemáticamente en situaciones de forma, movimiento y localización surge que los problemas que involucraron la realización de un esquema o croquis para poder obtener la magnitud requerida, fueron resueltos en el 71 % de los casos en el 2018 y en el 42% en el 2017. Ante esta respuesta tan diferente, estamos convencidos que es una competencia sobre la que debe trabajarse en forma más intensa. Del mismo modo, se obtuvieron malos

resultados en la identificación de las coordenadas del vértice de la parábola en ambas evaluaciones.

En definitiva, para que el estudiante desarrolle procesos reflexivos que permitan acercarlo al mundo y apropiarse del mismo, debe disponer de estrategias, técnicas y estilos que le permitan construir el conocimiento y debemos continuar trabajando en ello desde el aula.

En la Escuela y en la Universidad, el desafío es que en la formación de los alumnos, se privilegie el razonamiento lógico, la argumentación, la experimentación, el uso y organización de la información y la apropiación del lenguaje común, del lenguaje de la ciencia y la tecnología.

Los docentes debemos descubrir el rol a cumplir para preparar ingenieros de calidad, competente en el saber hacer. Esa es nuestra responsabilidad. Un ingeniero a medias no maneja con eficiencia una planta, no genera buenas ideas, no produce buenos productos ni selecciona buenos empleados. Esto debe formarse desde que ingresa a la Universidad, casi desde que decide estudiar ingeniería.

7. Referencias

- [1] ANONIMO (2014). *Competencias en Ingeniería. Documentos del CONFEDI*. Mar del Plata. Universidad Fasta Ediciones.
- [2] PERRENOUD, P. (2002). *Construir competencias desde la escuela*. Ed. Dolmen. Chile.
- [3] COLLANQUI D. et al.(2015). *Rutas del aprendizaje. Área curricular: Matemática*. Ministerio de Educación. Lima. Perú.
- [4] ASTEGGIANO, D. IRAZAR, F. (2006). *Segundo Informe: Desarrollo de competencias en la enseñanza de la Ingeniería Argentina*. CONFEDI.
- [5] LAZARTE, G. PRIEMER, N.(2017). *Discusión del ingreso vigente en la Facultad de Ingeniería de la Unju. Primer congreso Latinoamericano de Ingeniería*. Paraná. Argentina.