

INVESTIGACIÓN DE COMPETENCIAS MATEMÁTICAS EN UN DIAGNÓSTICO DE INGRESO A ESTUDIOS SUPERIORES EN EL MARCO DE LA ARTICULACIÓN NIVEL MEDIO UNIVERSIDAD

Berrino, I., Bouciguez, B., Irassar, L., Modarelli, C., Nolasco, R. & Suárez, M.
mberrino@fio.unicen.edu.ar; boucigue@fio.unicen.edu.ar; lirassar@fio.unicen.edu.ar;
cmodarel@fio.unicen.edu.ar; rnolasco@fio.unicen.edu.ar; msuarez@fio.unicen.edu.ar
Facultad de Ingeniería Universidad Nacional del Centro de la Provincia
de Buenos Aires. Argentina.

Tema VI.3: Matemática Interniveles.

Comunicación Breve.

Nivel Terciario-Secundario.

Palabras claves: interniveles, competencias, ingreso, matemática

Resumen

El equipo de investigación constituido por docentes que provienen de las áreas de Matemática y de Orientación Vocacional de la Facultad de Ingeniería (FIO) de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina; viene desarrollando desde 1995, diferentes Proyectos de Investigación. Algunos de los hallazgos, a partir de los cuales se ha ido construyendo información significativa sobre las competencias con que los estudiantes llegan a la institución, dan cuenta de la importancia de considerar que la orientación educativa está integrada a los procesos formativos propiamente dichos. Uno de los objetivos más relevantes del Proyecto en ejecución Escuela secundaria-universidad: su articulación y la formación docente. Análisis de aspectos vocacionales y disciplinares en matemáticas en los estudiantes de la FIO, es contribuir a identificar el perfil y las competencias necesarias con que deben contar los ingresantes. Se pretende articular los procedimientos matemáticos generales, desde el Programa de Ingreso (PIIU), hacia las asignaturas iniciales del Área de Matemática. En el presente trabajo se muestra un análisis de las competencias matemáticas relevadas a 97 alumnos ingresantes de la FIO mediante la Evaluación Diagnóstica de Ingresantes propuesta desde el CONFEDI para ser administrada en Facultades de Ingeniería de Argentina.

Introducción

Damos una breve descripción de nuestra trayectoria investigativa avalada por la convicción de que el ingreso a la universidad es algo más que « nivelar conocimientos en un área específica ». En 1995, abordamos el proyecto *Deserción Estudiantil e Ingreso Universitario en la UNCPBA* con el propósito de estudiar el papel de los factores concomitantes en la deserción universitaria. Surgió para aunar las acciones que, para abordar la problemática del ingresante, separadamente se venían realizando desde el Área de Matemática y desde el Gabinete Psicopedagógico y de Trabajo Social. En el año 1998 se inició el proyecto *Transición Escuela Secundaria Universidad inicio de carrera en la FIO* con el fin de obtener conocimientos para la intervención institucional a través de las asignaturas de primer año del Área de Matemática. El objetivo era

explorar el desempeño académico de los alumnos dentro del marco de la transición Escuela Media-Universidad. En el siguiente trienio con el proyecto *Experiencias de innovación educativa y de orientación al estudiante frente al fracaso universitario en las asignaturas básicas ingenieriles* nos propusimos desarrollar una estrategia orientada a ponderar el alcance del dispositivo Proyecto Niveles implementado en las asignaturas básicas del Área de Matemática. El dispositivo fue aprobado por Resolución Consejo Académico Facultad de Ingeniería N°032/1998. En el proyecto denominado *Procedimientos generales en la enseñanza de la matemática un análisis metodológico y por niveles en carreras de ingeniería* que se inició en 2004 planteamos continuar recreando el Proyecto Niveles. Se detectó que a pesar de los logros obtenidos a partir de su implementación no resultó suficiente para disminuir el fracaso universitario. Mediante el proyecto iniciado en 2007 *Los procedimientos didácticos en matemática y la orientación educativa: una mirada sobre la articulación nivel medio - universidad* nos propusimos ampliar el conocimiento de los procesos involucrados en la articulación Escuela Media - Universidad mediante los pertinentes aportes teóricos y la realización de prácticas educativas y de orientación. Con la ejecución del proyecto *Articulación escuela secundaria universidad: análisis de aspectos disciplinares, vocacionales y discursivos-comunicativos en los estudiantes de la FIO* en el trienio 2010-2012 pretendimos planificar con instituciones del Nivel Secundario, acciones que favorezcan la inserción de los estudiantes en la universidad, a fin de prevenir y disminuir las causas de abandono. Actualmente estamos ejecutando la investigación *Escuela secundaria-universidad: su articulación y la formación docente. Análisis de aspectos vocacionales y disciplinares en matemáticas en los estudiantes de la FIO*. Nos proponemos contribuir a identificar el perfil y las competencias necesarias del ingresante universitario a las carreras de la FIO.

Como investigadores en este contexto nos hemos cuestionado acerca de: ¿Cuánto de construcción de las competencias requeridas puede y quiere asumir la universidad? ¿Cuáles son las estrategias de enseñanza más eficaces para construir esas competencias requeridas a partir de su evaluación? ¿Cuánto podemos involucrar a los ingresantes como sujetos constructores de sus competencias al inicio de sus carreras?

Una parte de nuestra tarea investigativa ha sido el monitoreo de las competencias en matemática de los ingresantes a la FIO. Para el análisis de dichas competencias hemos tenido en cuenta el *Documento sobre Competencias requeridas para el Ingreso a los Estudios Universitario* redactado por CONFEDI. Este material expresa dentro del ítem

de Competencias específicas: *“Resolver problemas sencillos en Matemática, Física o Química aplicando modelos matemáticos”* enumera una serie de indicadores de logro. A saber: *Opera con números reales en forma correcta. Utiliza correctamente propiedades. Plantea y usa ecuaciones en forma adecuada. Opera correctamente con desigualdades. Analiza correctamente una función a partir de su representación gráfica. Identifica los elementos explícitos del problema. Visualiza esquemáticamente el problema. Reconoce toda la información explícita e infiere conclusiones aplicando conceptos geométricos. Obtiene un resultado pertinente con la situación planteada. Analiza las soluciones aritméticas halladas vinculadas con el problema planteado y/o la realidad.*

Metodología

En el presente trabajo se muestra un análisis de las competencias matemáticas relevadas a 97 alumnos ingresantes de la FIO mediante un test de Evaluación Diagnóstica de Ingresantes propuesta desde el CONFEDI en el año 2013 para ser administrada en Facultades de Ingeniería de Argentina.

En el Anexo I se exhiben los enunciados de algunos ejercicios a nuestro entender significativos del Test elaborado por CONFEDI. La evaluación planteada constó de cinco ejes temáticos (unidades) y cada unidad fue constituida por 10 ejercicios organizados en subejos tal como se describe en el Anexo II.

Análisis de resultados

La participación de los alumnos fue voluntaria y anónima, sólo se pedía individualizar la escuela de egreso. Cada test individual constaba de cinco ejercicios, uno por cada unidad y fueron seleccionados de manera aleatoria por el software. Cada ejercicio presenta cinco opciones de respuestas, una correcta, tres con resultados que involucran errores frecuentes y otra en la que se consigna “ninguna de las anteriores”.

Del reporte generado por el software utilizado para la evaluación on-line se obtiene la siguiente información: en la FIO realizaron el test 97 alumnos, de los cuales 24 (24.7%) tienen 3 o más ejercicios resueltos correctamente. Este porcentaje para nuestra Unidad Académica es mayor que el global correspondiente a la totalidad de la población involucrada en el test (22,5%).

En la Tabla del Anexo III se muestra el total de ejercicios resueltos por unidad y los que resultaron correctos e incorrectos, y de estos últimos aquellos con errores identificables y no identificables. A continuación se presenta un análisis por unidad, comentando el grado de dificultad de los ejercicios, el de mayor cantidad de respuestas correctas y los

errores identificables que aparecen con mayor frecuencia.

La estimación de la dificultad de cada ítem se consideró en el marco de la teoría clásica de los test (Muñiz, 1994), utilizando como índice de dificultad:

$$I_{dif,j} = \frac{N^{\circ} \text{ de aciertos en el ítem } j}{N^{\circ} \text{ de alumnos que contestaron el ítem}}$$

Este índice representa proporción de aciertos en la pregunta, de modo que cuanto más elevado, más fácil resulta el ítem. Algunos consideran a un ítem con dificultad menor a 0,2 como muy difícil y a uno con dificultad mayor a 0,8 muy fácil, situando el nivel medio de dificultad en un entorno de 0,5. Otros criterios, en cambio, establecen una categorización de dificultad alta, media y baja por tercios, a saber, 0 a 0,33; 0,34 a 0,65 y 0,66 a 0,99 respectivamente. En el análisis efectuado se ha considerado esta última opción.

Análisis de la Unidad 1

Los ejercicios 1, 2, 4, 5, 9 y 10 son de dificultad alta; 6, 7 y 8 media y el ejercicio 3 dificultad baja. La unidad presenta un grado de dificultad alto (0,25) comparable al correspondiente al de la totalidad de la población (0,23). Los ítems 3, 6 y 7 presentan mayor o igual cantidad de respuestas correctas que incorrectas, en tanto los ítems 1, 9 y 10 son los de mayor número de respuestas incorrectas. Se abordaban aquí operaciones con números irracionales y reales, notación científica y logaritmos y sus propiedades. Los errores identificables y no identificables más significativos que aparecen en los ejercicios de la unidad analizada son:

N ° 1: Mayoritariamente no puede identificarse el error cometido por los alumnos.

N ° 3: El error más frecuente da cuenta de que los alumnos no identifican la propiedad del argumento igual a uno en el logaritmo que aparece.

N ° 5: Se detectan errores relacionados con la no interpretación correcta del enunciado y con el pasaje del lenguaje natural al lenguaje simbólico.

N ° 9: Hay un número elevado de respuestas incorrectas en las que mayoritariamente no es posible identificar el error, siguen en orden de importancia, la confusión de radio con diámetro de un cilindro y por último, no responden a la consigna usando la notación científica requerida. Este ítem es a nivel global el de mayor dificultad.

N ° 10: Registra la mayor cantidad de respuestas incorrectas de la unidad. La casi totalidad de las mismas surge de una interpretación incorrecta del enunciado.

Análisis de la Unidad 2

Los ejercicios 1,7 y 9 son de dificultad alta; 3, 4, 5, 8 y 10 media, en tanto el 2 y 6 son

de baja dificultad. La unidad presenta globalmente un grado de dificultad medio (0,52) siendo significativamente mayor la proporción del número de estudiantes que resuelven correctamente los ítems de esta unidad con relación al correspondiente al de la totalidad de la población (0,37). Esta unidad, que aborda la temática Ecuaciones, es la única que arroja más resultados correctos que incorrectos. Los ítems 2, 5, 6 y 8 presentan mayor o igual cantidad de respuestas correctas que incorrectas, en tanto el ítem 1 es el de mayor número de respuestas incorrectas. Los errores identificables y no identificables más relevantes que aparecen en los ejercicios de esta unidad son:

N ° 1: La mayoría de los errores provienen de no distribuir el signo al numerador de la fracción y aplicarlo solamente al primer término en el tratamiento de una ecuación lineal.

N ° 3: Se plantea una ecuación de una incógnita dada en lenguaje natural y su solución pertenece al conjunto de los números enteros. Todos los errores muestran una respuesta no vinculada con la naturaleza del problema enunciado.

N ° 9: No es posible determinar la naturaleza de la mayoría de los errores cometidos, de lo que se desprende que desconocen el tema sistema de dos ecuaciones lineales con dos incógnitas desde su formulación analítica y no pueden usar el registro gráfico.

N ° 10: Es el ejercicio que más respuestas incorrectas presenta, no obstante, también tiene un número similar de respuestas correctas y la distribución de errores es uniforme: planteo incorrecto, interpretación incorrecta de la consigna, la solución dada verifica sólo una condición del problema y no es posible identificar el error. Se requería la conversión del lenguaje natural de un sistema de dos ecuaciones lineales con dos incógnitas y su tratamiento.

Los ejercicios 1 y 9 son los que a nivel global presentan mayor porcentaje de respuestas incorrectas, lo que concuerda con la categorización del ítem en cuanto a su dificultad en el análisis particular efectuado para esta unidad académica.

Análisis de la Unidad 3

Los ejercicios 5, 7, 8, 9 y 10 son de dificultad alta; 2, 3, 4, y 6 media, en tanto que el 1 es de baja dificultad. La unidad presenta un grado de dificultad medio (0,40) siendo éste ligeramente mayor al correspondiente al de la totalidad de la población (0,33). Los ítems 1, 2, 3 y 4 presentan más respuestas correctas que incorrectas, en tanto los ítems 8 y 10 presentan el mayor porcentaje de respuestas incorrectas, lo que concuerda con lo que se obtienen para la totalidad de la población. A continuación se enumeran los errores identificables y no identificables más relevantes que aparecen en los ejercicios

del tema Funciones:

N ° 1: Mayoritariamente, no es posible identificar los errores cometidos cuando se trataba de a la identificación de una función lineal dada en su forma analítica con la gráfica correspondiente.

N ° 4: La mayoría de los errores dan cuenta de que los alumnos obtienen de manera incorrecta las raíces de la ecuación de segundo grado por considerar mal el signo del coeficiente del término lineal.

N ° 6: Si bien la mayoría de los alumnos identifica las raíces de la función cuadrática omiten utilizar un dato para calcular el coeficiente principal y al no relacionar con la concavidad de la parábola (en el gráfico) no obtienen la expresión factorizada de la misma adecuadamente.

N ° 7: La mayoría de los alumnos confunde imagen con dominio de la función cuando debían hallar la imagen de una función senoidal.

N ° 8: Ningún alumno resuelve correctamente este ejercicio. Todos los errores dan cuenta de que los alumnos no identifican el sistema de medición angular en radianes.

Análisis de la Unidad 4

Los ejercicios 1, 2, 3, 4, 7 y 8 son de dificultad alta, los ejercicios 6, 9 y 10 de dificultad media, en tanto el 5 es de baja dificultad. La unidad presenta un grado de dificultad medio (0,37) siendo mayor a la correspondiente a la totalidad de la población (0,30) que se correspondería con una dificultad alta. Los ítems 5, 9 y 10 presentan mayor cantidad de respuestas correctas que incorrectas, en tanto los ítems 8, 1 y 3 el mayor porcentaje de respuestas incorrectas, resultados que no concuerdan con los que se obtienen para la totalidad de la población, ya que este caso corresponde a los ítems 7, 1 y 2. Los errores identificables y no identificables más representativos que aparecen en los ejercicios de la Unidad 4 son:

N ° 1: Los errores dan cuenta de que los alumnos confunden el número real 2 con 2π radianes. Aquí debían realizar equivalencias entre los sistemas de medición de ángulos radial y sexagesimal.

N ° 4: La mayoría de los errores es atribuible al hecho de que no reconocen las razones trigonométricas e informan el coseno o bien no interpretan el enunciado y confunden el ángulo pedido. Se debía determinar la función seno de un ángulo en un triángulo rectángulo conocidos la hipotenusa y un cateto.

N ° 6: Los errores dan cuenta del desconocimiento de las razones trigonométricas en un triángulo rectángulo. Se abordaba la obtención de la altura de un triángulo rectángulo

conocidos un cateto y un ángulo adyacente al mismo.

N ° 8: En este ejercicio no se han obtenido respuestas correctas. Al utilizar el Teorema de Pitágoras, no aplican la raíz cuadrada o la distribuyen en la suma o bien informan el cuadrado de la hipotenusa. Este ejercicio a nivel global presenta un 69.2% de respuestas incorrectas. Había que determinar la longitud de la hipotenusa de un triángulo rectángulo isósceles.

Análisis de la Unidad 5

Los ejercicios 3, 6, 7 y 10 son de dificultad alta; los ejercicios 1, 4 y 9 de dificultad media, en tanto 2, 5 y 8 son de baja dificultad. La unidad presenta un grado de dificultad medio (0,49) siendo mayor a la correspondiente a la de la totalidad de la población (0,38). Los ítems 2, 4, 5 y 8 presentan mayor cantidad de respuestas correctas que incorrectas, en tanto los ítems 1 y 9 presentan números similares de respuestas correctas e incorrectas y los ítems 6 y 10 el mayor porcentaje de respuestas incorrectas, resultados que no concuerdan mayoritariamente con los que se obtienen para la totalidad de la población, ya que este caso corresponde a los ítems 1, 6 y 7. Los errores identificables y no identificables característicos que aparecen en los ejercicios de Polinomios son:

N ° 6: Plantea analizar sobre un polinomio de grado dado ciertas condiciones tales como coeficiente principal, raíces y valor numérico y contrastarlo con su expresión analítica. Aparecen los dos tipos de errores con igual frecuencia, siendo el identificable una consideración errónea de una raíz del polinomio.

N ° 7: La mayoría de los errores dan cuenta de que tanto en el numerador como en el denominador suman los términos directamente cuando debían utilizar el algoritmo de simplificación en una resta de expresiones algebraicas racionales.

N ° 9: Es el ejercicio con más respuestas incorrectas y la distribución de errores es uniforme: distribuyen la potencia con respecto a la resta, simplifican incorrectamente el denominador con un término del numerador que está sumado a otro.

N ° 10: Aborda la simplificación de un cociente de expresiones algebraicas donde el numerador es una suma de expresiones. No puede identificarse el error cometido por los alumnos en su gran mayoría.

Reflexiones finales

Los resultados del test resultan valiosos para evaluar los aprendizajes a la luz de los requerimientos universitarios y para el diseño tanto de estrategias de articulación con el nivel educativo anterior como de intervención en los primeros años de las Carreras de Ingeniería.

Estos resultados dan cuenta, en coincidencia con otros diagnósticos disponibles de que los alumnos que ingresan a las carreras universitarias poseen dificultades con relación a la interpretación de textos y al pasaje del lenguaje natural al lenguaje simbólico. Para responder a los requerimientos del aprendizaje de la educación superior poseen habilidades matemáticas poco desarrolladas lo que impacta en el rendimiento en los exámenes de ingreso y posteriormente, en la retención de la matrícula de los primeros años.

Es, sin lugar a dudas, en la unidad que aborda los conjuntos numéricos, su operatoria y propiedades y conceptos relacionados con áreas, volúmenes, unidades de medida y porcentajes, en la que se presentan las mayores dificultades. Las deficiencias señaladas en la utilización de estos conceptos tienen un alto impacto en el desarrollo de las siguientes unidades, por lo que debiera constituirse en un tema prioritario a tener en cuenta, tanto en un marco de mejoras de la formación en Matemática en los niveles educativos precedentes, como así también, al interior la Facultad en relación a las políticas institucionales en las que se encuadran las actividades de ingreso y definición de planes de estudios.

Referencias bibliográficas

- Bouciguez, B.; Modarelli, C.; Nolasco, R; Suárez, M. (2011) Análisis de competencias de acceso en un problema administrado en el ingreso. *I Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias y la Matemática. II Encuentro Nacional de Enseñanza de la Matemática*, 435 a 442
- ConFeDI. (2008) Documento preliminar *Competencias para el acceso y la continuidad de los estudios superiores*.
- Muñiz, J. (1994). *Teoría clásica de los Tests*. (1º edición) Madrid: Ediciones Pirámide.
- Suárez, M.; Irassar, L.; Bouciguez, B. (2007) Dificultades en la transferencia de aprendizaje: caso función cuadrática. *CD de Memorias del 9no. Simposio de Educación Matemática. EMat Editora*.

Anexo I

Unidad 1

N° 9: Si el área de la base de un tubo cilíndrico, calculada considerando $\pi = 3,1416$, es igual a $0,000453 \text{ m}^2$. ¿Cuál de las siguientes longitudes corresponde al valor del diámetro expresado en notación científica?

- a) $0,024 \text{ m}$
- b) $1,2 \cdot 10^{-2} \text{ m}$
- c) $2,4 \cdot 10^{-2} \text{ m}$
- d) $1,44 \cdot 10^{-4} \text{ m}$
- e) Ninguna de las anteriores

Unidad 2

N°1: Resuelva las siguientes ecuaciones y marque la solución correcta.

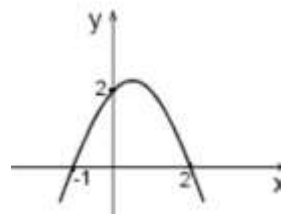
$$\frac{6x - 8}{2} = -\frac{3x - 2}{3}$$

- a) $x = \frac{5}{6}$
- b) $x = -\frac{1}{6}$
- c) $x = -\frac{2}{3}$
- d) $x = \frac{1}{4}$
- e) Ninguna de las anteriores

Unidad 3

N°6: La expresión factorizada de la ecuación de la parábola de la figura es:

- a) $y = -(x - 1)(x - 2)$
- b) $y = (x + 1)(x - 2)$
- c) $y = -(x + 1)(x - 2)$
- d) $y = (x - 1)(x + 2)$
- e) Ninguna de las anteriores



Unidad 4

N°8: Si un triángulo rectángulo tiene sus catetos iguales y de longitud c , la hipotenusa mide:

- a) $2c$
- b) $2c^2$
- c) $\sqrt{2}c$
- d) $4c^2$
- e) Ninguno de los anteriores

Unidad 5

N°9: ¿Cuál o cuáles de las siguientes expresiones, al ser simplificadas, resultan iguales a 1?

I) $\frac{a^2 - b^2}{(a - b)^2}$

II) $\frac{(b - a)^2}{a^2 + b^2 - 2ab}$

III) $\frac{1 + ab}{ab}$

- a) Sólo I
- b) Sólo II
- c) Sólo III
- d) Sólo II y III
- e) Ninguna

Anexo II

- Conjuntos numéricos (excepto números complejos), con dos subejos: Operaciones con números reales y aplicación de propiedades (Ej. 1, 2, 3, 4 y 5) y Cálculo de perímetro, área, volumen, densidad, unidades de medida, notación científica y porcentajes (Ej. 6, 7, 8, 9 y 10);
- Ecuaciones, con tres subejos: Ecuaciones de primer grado con una incógnita (Ej. 1, 2 y 3), Ecuaciones de segundo grado con una incógnita (Ej. 4, 5, 6 y 7) y Sistemas de dos ecuaciones de primer grado con dos incógnitas (Ej. 8, 9, y 10);
- Funciones, con tres subejos: Función de primer grado en una variable (Ej. 1, 2 y 3), Función de segundo grado en una variable (Ej. 4, 5 y 6) y Función trigonométrica. Propiedades (Ej. 7, 8, 9, y 10);
- Relaciones trigonométricas en un triángulo rectángulo, con tres subejos: Ángulos, sistemas de medición (Ej. 1 y 2), Relaciones trigonométricas en un triángulo rectángulo (Ej. 3, 4, 5 y 6) y Teorema de Pitágoras. Resolución de triángulos rectángulos (Ej. 7, 8, 9, y 10), y
- Polinomios, con tres subejos: Operaciones (Ej. 1, 2, y 3), Regla de Ruffini. Ceros de un polinomio. Teorema del Resto. Factorización (Ej. 4, 5 y 6) y Expresiones algebraicas racionales. Simplificación (Ej. 7, 8, 9, y 10).

Anexo III

Se muestra el total de ejercicios resueltos por unidad y los que resultaron correctos e incorrectos, y de estos últimos aquellos con errores identificables y no identificables:

Unidad	Temática	Ejercicios resueltos	Correctos	Incorrectos	
				Error identificable	Error no identificable
Unidad 1	Conjuntos numéricos	91	23	49	19
Unidad 2	Ecuaciones	93	48	33	12
Unidad 3	Funciones	96	39	50	7
Unidad 4	Relaciones trigonométricas	94	35	46	13
Unidad 5	Polinomios	96	47	34	15