

ANÁLISIS DE COMPETENCIAS DE ACCESO EN UN PROBLEMA ADMINISTRADO EN EL INGRESO

María Beatriz Bouciguez; María Cristina Modarelli; María Rosa Nolasco; María de las Mercedes Suárez

Facultad de Ingeniería. UNCPBA

boucigue@fio.unicen.edu.ar; cmodarel@fio.unicen.edu.ar; rnolasco@fio.unicen.edu.ar; msuarez@fio.unicen.edu.ar

Resumen

En el presente trabajo damos cuenta del análisis de un problema administrado en una de las instancias de examen del Programa Integral para el Ingreso Universitario (PIIU) a las carreras de la Facultad de Ingeniería UNCPBA en marzo de 2011.

Para el problema de índole intramatemático los alumnos debían conocer los conceptos de función lineal y cuadrática; apelar a las herramientas geométricas y a los algoritmos de resolución de sistemas. En nuestra investigación hemos detectado que el tratamiento “funcional” de las ecuaciones que componen un sistema (lineal o mixto) no está lo suficientemente trabajado en el aula. El trabajo con polinomios y sus factorizaciones tiene escaso impacto al momento de trabajar con los ceros de las funciones polinómicas.

Palabras clave: ingreso, competencias, noción de función, función cuadrática, ecuación de segundo grado.

1. Antecedentes y justificación

Actualmente es una tendencia internacional que en el diseño de los planes de estudio de ingeniería se utilicen las competencias como horizonte formativo. En función de futuras actualizaciones en dichos diseños, CONFEDI ha considerado conveniente analizar esta temática en relación con la realidad Nacional a efectos de debatir este criterio y generar espacios de desarrollo que permitan vislumbrar su aplicabilidad.

En un primer acuerdo, en Bahía Blanca en octubre de 2006, se identificaron las Competencias Genéricas de egreso de las carreras de Ingeniería. Actualmente, en este marco y contexto, se trabaja en la definición de Competencias Específicas de egreso de cinco carreras de Ingeniería atendiendo estrictamente a lo disciplinar.

En vinculación con lo anterior, CONFEDI consideró conveniente determinar también las competencias de acceso de un estudiante de nivel medio que desea continuar estudios superiores en Ingeniería. Esto permitirá disponer de un punto de partida mínimo a partir del cual se pueden desarrollar los currículos para lograr las competencias de egreso.

Por otra parte, desde el Ministerio de Educación de la Nación, los documentos que organizan y definen las competencias plantean que para los egresados de la escuela secundaria, las capacidades creativas y de resolución de problemas, así como el pensamiento complejo, están dados por operaciones mentales mediadas y transmitidas culturalmente por el lenguaje en sus diferentes concepciones.

En consecuencia las características de la Educación Superior requieren que quien inicia una carrera universitaria deba poseer el dominio de una serie de competencias básicas. Sin dudas el aprendizaje constituye un proceso complejo que se compone de diferentes competencias que convergen en el resultado final formativo.

La articulación entre la Escuela Secundaria y la Universidad debiera alcanzar un análisis compartido, a fin de delinear un plan de trabajo en común, con el compromiso de ambas partes que produzca una eficaz instrumentación.

Asimismo y siguiendo la línea de la investigación iniciada en el año 2007, nuestro propósito ha sido el de abordar la problemática de la articulación escuela secundaria-universidad en general y su incidencia en los alumnos ingresantes a la Facultad de Ingeniería de la UNCPBA en particular. Marcamos la continuidad en el presente trabajo indagando acerca de las competencias cognoscitivas con las que cuentan los estudiantes para enfrentar las exigencias universitarias.

Desde el Proyecto de investigación “Articulación escuela secundaria-universidad: análisis de aspectos disciplinares, vocacionales y discursivo-comunicativos en los estudiantes de la FIO” (Aprobado por la SeCAT 2010-2012) nos hemos planteado entre los objetivos específicos:

- Contribuir a identificar el perfil y las competencias necesarias del ingresante universitario a las carreras de la Facultad de Ingeniería.
- Aplicar de manera articulada los procedimientos matemáticos generales⁸⁸, desde el Programa Integral para el Ingreso Universitario (PIIU), hacia las asignaturas iniciales del Área de Matemática de la Facultad de Ingeniería.

La “Resolución de Problemas” es una estrategia que articula diferentes técnicas para dar una respuesta, solución o explicación coherente a un conjunto de datos relacionados dentro de un contexto (problema).

Resultados de distintas investigaciones, realizadas desde la psicología cognitiva, entre otras disciplinas señalan que, independientemente de las características específicas del campo del conocimiento en el que se plantea el problema a resolver, se dan siempre los mismos procesos: representación del problema (supone la comprensión del problema); transferencia del conocimiento (activación y aplicación de conocimientos previos en la elaboración de un plan para resolver el problema); evaluación de la solución hallada y comunicación de los resultados.

Se coincide que los alumnos aspirantes y/o que ingresan a las carreras universitarias poseen:

- Habilidades matemáticas poco desarrolladas para responder a los requerimientos del aprendizaje de la educación superior.
- Dificultades para organizar el material informativo, selección de contenidos, distinción entre lo fundamental y los datos accesorios, integración de los conocimientos nuevos con los previos.
- Dificultades para la expresión oral y escrita.
- Dificultad para aplicar estrategias de profundización como clasificar, comparar, contrastar, analizar, sintetizar.

Considerando que las *competencias específicas* remiten a un conjunto de capacidades relacionadas entre sí, que permiten desempeños satisfactorios en el estudio de las carreras insertas en la educación superior, consideramos que los ingresantes debieran disponer de, entre otras, la capacidad para la resolución de problemas, como así también de autonomía en el aprendizaje y destrezas cognitivas generales. También con mayor

⁸⁸ Tal como se muestra en Hernández Fernández H., Delgado Rubí, R. y Fernández, B. (1998): ‘Cuestiones de Didáctica de la Matemática’ (Homo Sapiens, Rosario, Argentina) los procedimientos y/o habilidades son: definir, demostrar, identificar, interpretar, recodificar, graficar, algoritmizar, calcular y modelar.

grado de especificidad estar en condiciones de realizar el *análisis de una función o un fenómeno físico y/o químico sencillo a partir de su representación gráfica y/o a partir de sus ecuaciones matemáticas.*

Para “cubrir” estos aspectos se consideran pertinentes como indicadores de logro:

- a. Reconoce distintos tipos de funciones - lineales, cuadráticas, trigonométricas, exponenciales y logarítmicas - a partir de la gráfica y/o por sus ecuaciones matemáticas.
- b. Realiza e interpreta representaciones gráficas.
- c. Traduce la “realidad” a una estructura matemática.

Este último indicador debe interpretarse como el trabajo en tareas de modelación.

Con el propósito de identificar distintas concepciones relativas a la noción de función Luisa Ruiz Higuera⁸⁹ expresa: “*Nuestros alumnos de secundaria manifiestan en general una concepción de la noción de función como un procedimiento algorítmico de cálculo... Podemos decir que sus definiciones no determinan el objeto función, sino las relaciones que han mantenido con él*”

Siguiendo a Duval, hay características de la actividad cognitiva implicadas en las estrategias matemáticas, una de ellas es que los objetos matemáticos no son accesibles mediante la percepción lo cual hace plantear como interrogantes ¿cómo aprender a no confundir un objeto con la representación que se hace de él? y ¿cómo aprender a cambiar de registro? Consideramos como registros el gráfico, el algebraico y el natural; en esta presentación estimamos pertinente analizar un problema intramatemático para “facilitar” el abordaje del mismo⁹⁰.

Son muchas las investigaciones centradas en el estudio de las dificultades y concepciones de los alumnos en relación con la transformación entre la representación gráfica de una función y su expresión algebraica. Se trata en ellas de estudiar las relaciones que establecen los alumnos entre los coeficientes de las expresiones algebraicas y las características geométricas de las gráficas de las funciones.

2. El problema

Enunciado: Dadas las funciones $F: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R} / F(x) = x^2 + 2x - 8$; $G(x): \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R} / G(x) = 2x - 7$

- a) Realice en un mismo sistema de coordenadas cartesianas el gráfico de ambas funciones, indicando, para la función F , intersección con los ejes y coordenadas del vértice. Y para la función G , la pendiente y la ordenada al origen.
- b) Halle analíticamente los puntos de intersección entre la parábola y la recta dada.

3. Análisis del problema

Hacer un análisis de la resolución de un problema no es simple porque depende de muchos factores, en este caso, se presenta el estudio de algunas de las estrategias desplegadas por los estudiantes. El mismo correspondiente a los contenidos función y sistemas de ecuaciones mixto fue administrado en una de las instancias del examen diagnóstico de ingreso a las carreras de la Facultad de Ingeniería de la UNCPBA, ciclo lectivo 2011 y aquí daremos cuenta de las competencias puestas en juego, principalmente, en la resolución del inciso b.

⁸⁹ Ruiz Higuera, L. (1998), *La noción de función: Análisis epistemológico y didáctico*, España: Editorial de la Universidad de Jaén

⁹⁰ 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.

Se analizaron 129 evaluaciones que corresponden al total de alumnos presentados. Considerando que los alumnos tienen dificultades para organizar el material informativo, seleccionar los contenidos, distinguir entre lo fundamental y los datos accesorios e integrar los conocimientos nuevos con los previos, en el PIIU se les plantean a los alumnos situaciones similares al problema considerado que es donde se ponen en juego las siguientes competencias específicas:

- Traducción del lenguaje coloquial al simbólico y viceversa.
- Técnicas de resolución de ecuaciones de primer grado: pasaje de términos o bien aplicación de la propiedad uniforme.
- Técnicas de resolución de ecuaciones de segundo grado (en general mediante la fórmula).
- Técnicas de resolución de sistemas de ecuaciones lineales con dos incógnitas.
- Ecuación de la recta.
- Ecuación de la parábola.

Respecto de éstas dos últimas se detecta que no se realiza un abordaje funcional en la escuela secundaria y esto es lo que impacta en una escasa visualización de las ecuaciones involucradas como “sistema” al cual se le debe dar un tratamiento articulado entre el registro gráfico (con el aporte de herramientas geométricas) y el registro algebraico.

Un hecho que llama la atención es el bajo porcentaje de alumnos que realiza correctamente el inciso a), 42 %, donde se involucran las competencias enunciadas anteriormente.

Se ha observado en la gestión de la clase con los alumnos, que no están acostumbrados a relacionar los coeficientes de la expresión algebraica de una función polinómica con las características de su representación gráfica. Si bien en este caso las ecuaciones involucradas son de grado uno y dos el trabajo en el sentido expresado permitiría adquirir un conocimiento más preciso de las funciones y de las formas de representación que posteriormente se utilizan en el Análisis Matemático I.

Este tipo de problema no suele ser de aprendizaje sino de aplicación. Con todo el bagaje de conocimientos mencionados, se espera que los alumnos sean capaces de plantear una ecuación que modelice el problema y lo resuelva. Se trabaja luego de haber desarrollado todos los contenidos referidos a ecuaciones de primer y segundo grado y habitualmente se considera como otra oportunidad para practicar resolución de ecuaciones.

Del total del grupo de ingresantes sólo un 38.8 % (33 alumnos) plantea correctamente la ecuación de resolución del sistema, mientras que 29 de ellos lo resuelve correctamente y finalmente 22 alumnos son los que dan la solución del problema, lo cual representa el 17 %.

A nuestro entender al no hacer explícitas las relaciones que se pretende aparezcan al momento de la modelización no surge como “natural” el método de igualación (ordenada de la función lineal igual a ordenada de la cuadrática) para la resolución ajustando el uso del algoritmo y en consecuencia la ecuación cuadrática resultante no se interpreta como la que brinda las abscisas de intersección buscadas.

Por otra parte, las resoluciones aritméticas en nuestros análisis son formas de resolución que, como docentes, nos resultan “lejanas”. A veces nos resulta difícil comprender que un alumno vuelva a usar una herramienta que supuestamente ha sido reemplazada por otra, pero ¿por qué un alumno dejaría de usar una forma de resolución conocida y que le resulta simple?

En el contexto de resolución de sistemas mixtos ¿qué uso se le da a la herramienta aritmética? Se presentó en algunos casos el uso de tablas y en consecuencia la recuperación de la herramienta aritmética (fig. 1).

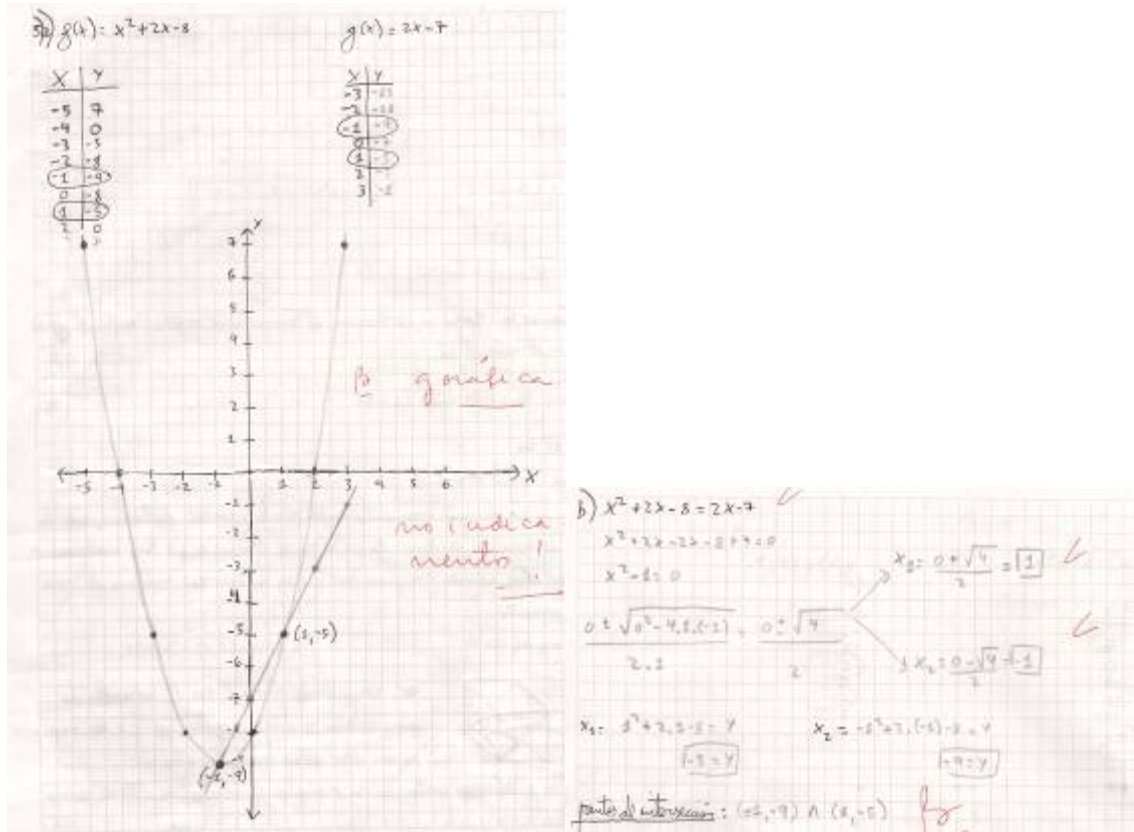


Figura 1

El trabajo algorítmico con ecuaciones con una cantidad finita de soluciones tiene una “salida”, que es verificar si cada una de ellas efectivamente lo hace. Pero este no suele ser un trabajo habitual. En el caso de este problema el alumno podía utilizar lo realizado en el inciso a) para verificar las soluciones obtenidas a partir de la resolución del sistema dado, y en algún caso revisar la resolución analítica en base a la diferencia se observa, pues en el gráfico encuentra dos puntos de intersección mientras que a través del trabajo algebraico obtiene un solo punto (figs. 2 y 3).

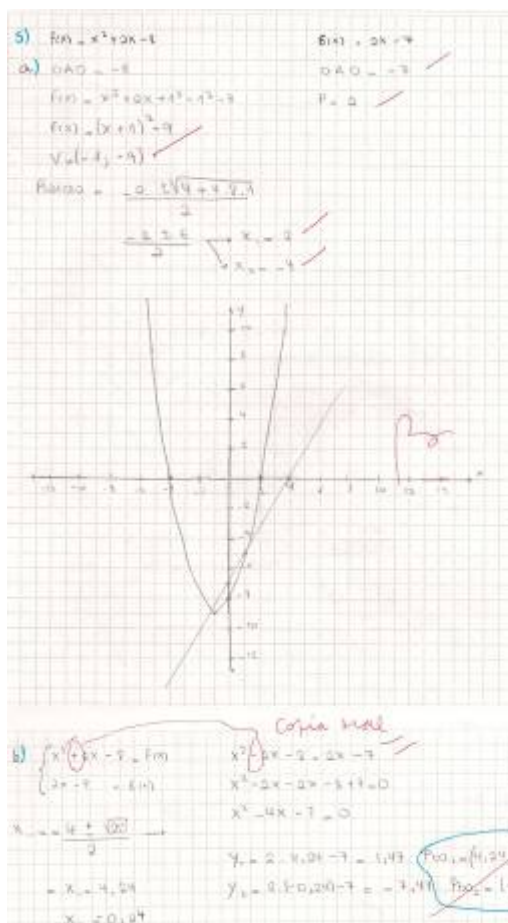


Figura 2

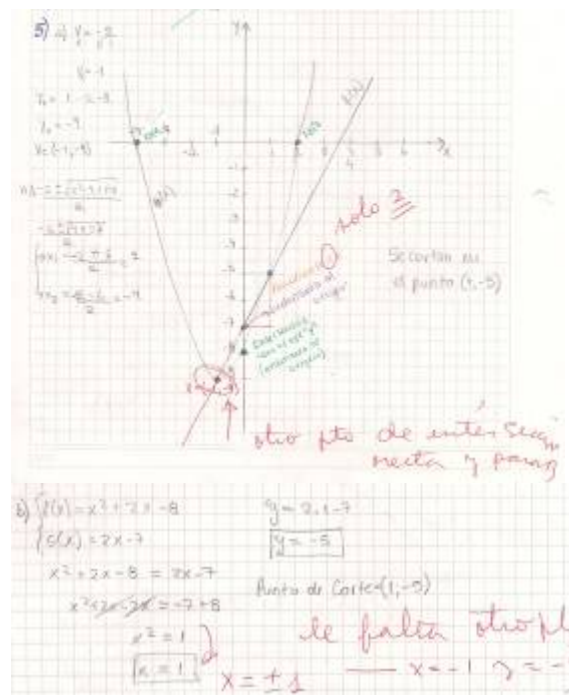


Figura 3

Por otra parte, la verificación en el sistema no solo permite saber si el o los valores hallados son realmente soluciones de la ecuación, sino que además, en caso de no serlo, sirve como instancia de control. Por ello es necesario, el desarrollo de estrategias que permitan validar lo obtenido en los “pasos” cuando se trabaja con sucesivos sistemas equivalentes, controlando así el conjunto solución.

4. Conclusiones

Como ya hemos señalado, el problema estudiado en este trabajo fue administrado en una evaluación diagnóstica y las respuestas que analizamos son las resoluciones reales de los alumnos.

En el análisis realizado hemos reflexionado con el aporte de Raymond Duval (1995), según quien “*Es el objeto matemático el que debe ser importante no sus diversas representaciones semióticas*”; y más aún, “*el objeto representado no debe confundirse con el contenido de la representación... la ecuación de la parábola y el gráfico de la parábola se refieren al mismo objeto matemático... pero no dan cuenta de las mismas propiedades del objeto*”. Consideramos que este es uno de los obstáculos con el que se enfrentan nuestros estudiantes, dificultad que proviene de la falta de tratamiento de los distintos conceptos como objeto y herramienta.

Si bien hay algunos que resolvieron correctamente este problema, es importante en hacer hincapié en aquellos que resolvieron el inciso a) del problema y no el b).

No estamos en condiciones de afirmar que los estudiantes involucrados en la prueba *no saben resolver un sistema de ecuaciones mixto* aunque sí se podría sostener que no tienen desarrollada completamente la competencia para leer o interpretar los resultados parciales obtenidos apelando a conceptos pertinentes aprendidos en determinado registro (lenguaje natural u otro).

Reiteramos que una de las cuestiones que se ha observado en el trabajo directo con los alumnos en las clases, es que éstos no están acostumbrados a relacionar los coeficientes de la expresión algebraica de una función polinómica con las características de su representación gráfica. En general tienen dificultades para relacionar los coeficientes de las ecuaciones algebraicas asociadas a las funciones con las características geométricas de su representación gráfica. Suelen recurrir más a menudo a los cálculos de la tabla de valores de la función, con lo que son más propensos a cometer errores que posiblemente con una concepción más pertinente de función y su dominio, no cometerían.

Consideramos apropiado realizar este tipo de análisis en el contexto del tema sistema de ecuaciones por la riqueza del mismo y lo apropiado que resulta en lo inherente a modelización y resolución de problemas.

Si bien nuestros estudios son preliminares nos permitirán continuar avanzando en el diseño de mejores estrategias de enseñanza de un aspecto que reviste complejidad como lo es atender al desarrollo de competencias.

Con este análisis abonamos al hecho de que los ingresantes tienen dificultades para aplicar estrategias como las de clasificar, comparar, contrastar, analizar, sintetizar lo que quedó manifestado en los resultados que exhibían mediante la resolución del algoritmo y lo que podían obtener del registro gráfico.

Consideramos que una amplia mayoría de los alumnos ingresantes no han desarrollado de manera suficiente las competencias de acceso por lo que es necesario trabajar desde el PIU para alcanzar un grado de desarrollo aceptable en ese sentido.

Sería necesario en la articulación Escuela Secundaria - Universidad alcanzar un análisis compartido, con el compromiso de ambas partes, para delinear un plan de trabajo en común, con el fin de que los alumnos adquieran conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes del campo disciplinar, necesarios para iniciar estudios superiores.

5. Referencias

Artigue, M.; Douady, R.; Moreno, L.; Gómez, P. (Eds.) (1995) *“Ingeniería didáctica en educación matemática. Un esquema para la investigación y la innovación en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas”* Universidad de los Andes, Grupo Editorial Iberoamericana. Bogotá, Colombia.

Bouciguez, B.; Irassar, L.; Suárez, M. (2008) *Análisis de estrategias: un estudio de caso para la función cuadrática*. CD de la II Reunión Pampeana de Educación Matemática, p. 172 a 180.

ConFeDI. (2008) Documento preliminar *Competencias para el acceso y la continuidad de los estudios superiores*.

Duval, R. (1999) *“Semiósis y pensamiento humano. Registros semióticos y aprendizaje intelectuales”*. Instituto de Educación y Pedagogía, Universidad del Valle [primera edición en francés 1995, Peter Lang]. Cali, Colombia

Gómez Hernández, M.A. (2002). *La transferencia en el uso del conocimiento sobre funciones, una necesidad de las matemáticas escolares*. Memorias de RELME XIV. Ciudad de La Habana. Cuba.

Hernández Fernández H.; Delgado Rubí J.R.; Fernández de Alaíza B.; Valverde Ramírez L.; Rodríguez Hung T. (1998) “*Cuestiones de didáctica de la Matemática. Conceptos y procedimientos en la Educación Polimodal y Superior*”. Serie educación Homo Sapiens Ediciones. Rosario, Argentina

Ruiz Higuera, L. (1998). *La noción de función: Análisis epistemológico y didáctico*. Editorial de la Universidad de Jaén. España.

Ruiz Higuera, L. (1984). *Concepciones de los alumnos de Secundaria sobre la noción de función. Análisis epistemológico y didáctico*. Tesis doctoral. (Universidad de Granada. España).

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.

Ha colaborado en la elaboración de trabajo la Ing. Liliana Irassar.