Análisis didáctico del trabajo final de Probabilidad y Estadística en la carrera de Ingeniería Civil

Alvarez, Mario Gustavo
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concordia
Salta 277, Concordia (Entre Ríos), Argentina
malvarez@frcon.utn.edu.ar

Pochulu, Marcel David
Universidad Nacional de Villa María, Instituto de investigación
Av. Arturo Jauretche 1555, Villa María (Córdoba), Argentina
marcelpochulu@hotmail.com

RESUMEN

Se presenta un análisis didáctico realizado sobre el trabajo final que efectuaron los estudiantes de segundo año de la Ingeniería Civil de la Universidad Tecnológica Nacional (Regional Concordia, Entre Ríos, Argentina), durante el ciclo académico 2015, para acreditar el espacio curricular de Probabilidad y Estadística. Para el análisis se tuvieron en cuenta componentes centrales de la Escuela Anglosajona de Resolución de Problema, de la Modelización Matemática como estrategia de enseñanza, escenarios de investigación de la Educación Matemática Crítica y configuración cognitiva del Enfoque Ontosemiótico. En particular, se describen los procesos que llevaron a cabo un grupo de estudiantes al plantear y delimitar un problema elegido por ellos, la selección de variables que realizaron, los supuestos iniciales, objetos matemáticos considerados, entre otros. Para finalizar, se valora la aplicación de esta metodología en la formación de los futuros ingenieros, la promoción en el uso de diferentes heurísticas y la motivación que provoca en el estudiante al aplicar los contenidos Probabilidad y Estadística en temáticas específicas de la carrera.

Palabras clave: enseñanza de la probabilidad y estadística, modelización matemática, resolución de problemas.

1. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la Matemática para carreras de Ingeniería plantea grandes desafíos en los profesores y las universidades desde hace muchos años, pues las tendencias marcan que debería enseñarse de manera contextualizada y a través de la resolución de problemas. Pita, Añino, Ravera, Miyara, Merino y Escher (2011) expresan que:

Se ha popularizado la idea de que la Matemática está en todos lados, pero esto no es tan taxativo. Dicho de otra manera, no es simplemente que está sino que hay que hallarla, aprovechando sus métodos y procedimientos en la formación del estudiante de Ingeniería. (p. 9).

En Argentina, la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU) establece que el plan de estudios de cada carrera debe estar adecuadamente integrado para lograr el desarrollo de las competencias necesarias para la identificación y solución de problemas abiertos de ingeniería. Éstos se entienden como aquellas situaciones reales o hipotéticas que plantean los profesores a sus estudiantes, cuya solución demanda la aplicación de los conocimientos de las Ciencias Básicas y de las Tecnologías, y son considerados un indicador de la calidad educativa que brinda la Universidad (Ministerio de Educación, 2001).

A su vez, numerosos trabajos referidos a la enseñanza de la Matemática para carreras de Ingeniería, proponen algunos principios y lineamientos generales con la finalidad de lograr profesionales idóneos. Así, por ejemplo, Pita *et all*

(2011, p.10) expresan que “nuestra meta es una enseñanza atractiva que mejore las condiciones de aprendizaje, apuntado a formar un estudiante hábil en la identificación y apto para la formulación de problemas de Ingeniería”.

Jóver (2003, p. 85), en tanto, enfatiza que “cuando se explora la resolución de problemas por métodos heurísticos emerge un variado paisaje de técnicas que se proponen como adecuadas”.

Por otra parte, Méndez (2010, pp. 2-3) sostiene que las Ciencias Básicas impulsan al estudiante de ingeniería a “ser creativo e innovador, situación indispensable para atender a los problemas del mundo real a los que se enfrentará profesionalmente, una vez que terminen sus estudios de ingeniería y que le permitirán resolverlos eficientemente”.

No obstante, la problemática sobre el tipo de actividades y problemas que se debieran proponer a los estudiantes de ingeniería, en la formación matemática inicial, pareciera ser aún una dificultad a superar.

Garza (1999), tomando como contexto de reflexión las carreras de ingeniería de México, menciona que la problemática de su enseñanza es común en todas las especialidades. En ese sentido, Méndez (2010, p. 4) afirma que “actualmente se reconoce que la mayoría de los estudiantes de ingeniería comienzan a tomar conciencia sobre la importancia de las Ciencias Básicas, una vez avanzados en los estudios de la carrera elegida”.

En general se tiene el punto de vista acordado que la formación de los futuros ingenieros debe contemplar un razonamiento flexible, con mucha capacidad de adaptación a distintos y variados escenarios de situaciones problemáticas a resolver, en relación a su especialidad de trabajo. En este contexto el conjunto de las materias de las Ciencias Básicas tiene un rol fundamental, pero para alcanzar estos objetivos se deben trascender los procesos de enseñanza y aprendizaje basados en la exposición magistral en el aula, y poner a los estudiantes en contacto con la realidad que nos rodea.

Para ello, se les propuso a los estudiantes de segundo año de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Tecnológica Nacional, Regional Concordia (UTN-FRCON), una actividad particular centrada en la Resolución de Problemas (como línea de la Didáctica de la Matemática) con énfasis en la Modelización Matemática para el trabajo final del curso de Probabilidad y Estadística.

Seguidamente describimos el marco teórico que sustenta la propuesta didáctica, la descripción de la tarea que se les propuso a los estudiantes y el análisis didáctico de la misma.

2. Marco Teórico

Los conceptos teóricos que atraviesan el trabajo son: el de Resolución de Problemas y Modelización Matemática como estrategias de enseñanza, el de Escenario de investigación como forma de concebir y gestionar la clase de Matemática en el nivel superior, y el de Configuración epistémica/cognitiva como herramienta para valorar la comprensión que logran los estudiantes de un objeto matemático. Seguidamente se hace una descripción general de estos conceptos.

Es complejo dar un concepto de “problema” y son numerosos los autores que han dedicado esfuerzos para definir o caracterizar el mismo, con múltiples acepciones. Al respecto, Rodríguez (2012) resalta el hecho de que:

Uno define el concepto de problema para un sujeto, y no simplemente la noción de problema. Esto expresa que lo que para un individuo resulta ser un problema, bien podría no serlo para otro. Esta relatividad al sujeto es una característica inherente al concepto y a la vez empieza a poner de manifiesto la complejidad de su uso en el aula. (p. 155)

Debido a que la cualidad de “ser problema” es una cuestión relativa al sujeto que resuelve, esto viene a significar que frente a una primera lectura, el estudiante no sabe exactamente cuál es el camino que debe seguir para resolver. Esta incertidumbre lo lleva a explorar distintas estrategias no formalizadas para acercarse a la resolución, las cuales no necesariamente son exitosas o válidas desde el punto de vista matemático.

No obstante, estas estrategias, o heurísticas, son las que están presentes en el trabajo del matemático, y del propio ingeniero, cuando se encuentra ante una conjetura o problema abierto. En consecuencia, este tipo de estrategias son las que adquieren especial interés para la alfabetización matemática que se pretende instaurar en los estudiantes, intentando que las incorporen, reflexionen sobre ellas, más allá del éxito que alcancen o no en la resolución y con los contenidos matemáticos que hayan sido necesario considerar en la actividad (Rodríguez, 2012).

Bassanezi y Biembengut (1997) convienen en llamar Modelización Matemática al método de enseñanza-aprendizaje que utiliza el proceso de modelización, el cual permite abordar situaciones reales que ayudan a comprender los métodos y contenidos de la Matemática, promoviendo la construcción de conocimientos que sirven, además, para mostrar las aplicaciones en otras ciencias.

El vínculo de la Modelización Matemática (MM) con el de Resolución de Problemas (RP) surge naturalmente, porque el alumno, frente a un problema a modelar, se encuentra con un conjunto de condiciones y elementos iniciales desde los cuales se propone hallar una solución, pero desconoce el camino (y muchas veces los recursos) para su concreción. En este sentido el alumno necesitará de diferentes estrategias (llamadas “heurísticas” en el enfoque de RP) para la búsqueda de la solución.

Situado en la Educación Matemática Crítica, como línea u enfoque teórico de la Didáctica de la Matemática, Skovsmose (2012) describe distintas tipologías de clases de Matemática al cruzar dos dimensiones: el paradigma del ejercicio y el enfoque investigativo. Haciendo una distinción con el primero (paradigma del ejercicio) donde se situaría la clase tradicional de Matemática, propone el trabajo en la clase organizando proyectos que se montan sobre escenarios de investigación.

Skovsmose (2012, p. 111) le da el nombre de “escenario de investigación a una situación particular que tiene la potencialidad de promover un trabajo investigativo o de indagación” en los estudiantes. Este ambiente de aprendizaje viene a contraponerse totalmente al paradigma del ejercicio que ha caracterizado tradicionalmente a las clases de Matemática.

Si se tienen en cuenta los dos paradigmas que pueden dominar las clases de Matemática: del ejercicio o de investigación y, además, se consideran como referencia contextos de la Matemática pura, de la semirrealidad o situaciones de la vida real, se tendrían los siguientes ambientes de aprendizaje (enumerados del 1 al 6):

Tabla 1: Ambientes de aprendizaje (Skovsmose, 2012, p. 116)

		Formas de organización de la actividad de los estudiantes	
		Paradigma del ejercicio	Escenarios de investigación
Tipo de referencia	Matemáticas puras	(1)	(2)
	Semi-realidad	(3)	(4)
	Situaciones de la vida real	(5)	(6)

Skovsmose (2012) expresa que la educación matemática se mueve sólo en los ambientes (1) y (2) de la Tabla 1, y sugiere moverse por los restantes. También sostiene que en los escenarios de investigación los estudiantes están al mando, pero se constituyen en tal si aceptan la invitación, la cual depende del profesor. Además, “lo que puede constituirse en un escenario de investigación para un grupo de estudiantes en una situación particular puede no convertirse en una invitación atractiva para otro grupo de estudiantes” (Skovsmose, 2012, pp. 114-115).

Advierte, además, que un escenario de investigación debe promover en los estudiantes la formulación de preguntas, la búsqueda de explicaciones, la posibilidad de explorar y explicar las propiedades matemáticas, etc. Todo esto está condicionado por el tipo de problema o actividad que se les proponga y obviamente, la gestión de la clase que realice el profesor.

El Enfoque Ontológico y Semiótico del conocimiento e instrucción matemática (EOS) que propone Godino, Batanero y Font (2007), como línea teórica y metodológica de la Didáctica de la Matemática, considera que toda práctica o actividad matemática está centrada en la resolución de problemas (en el sentido más amplio de su acepción, los cuales van desde simples ejercicios a instancias de modelación) y se pueden encontrar algunos o todos de los siguientes elementos primarios:

Situaciones problemas: Problemas más o menos abiertos, aplicaciones extramatemáticas o intramatemáticas, ejercicios, etc. Constituyen las tareas que inducen la actividad matemática.
Conceptos: Están dados mediante definiciones o descripciones (número, punto, lado, perímetro, baricentro, etc.), técnicas o acciones del sujeto ante las tareas matemáticas (operaciones, algoritmos, técnicas de cálculo, procedimientos, etc.).
Propiedades o proposiciones: Comprenden atributos de los objetos matemáticos, los que generalmente suelen darse como enunciados o reglas de validez.
Procedimientos: Comprenden algoritmos, operaciones, técnicas de cálculo o modos de ejecutar determinadas acciones.
Argumentaciones: Se usan para validar y explicar la resolución que se hizo de la situación problema. Pueden ser deductivas o de otro tipo, e involucran conceptos, propiedades, procedimientos o combinaciones de estos elementos.
Lenguaje: Términos, expresiones, notaciones, gráficos, etc. Si bien en un texto vienen dados en forma escrita o gráfica, el trabajo matemático pueden usarse otros registros como el oral, corporal o gestual. Además, mediante el lenguaje, sea este ordinario, natural o específico matemático, también se describen otros objetos no lingüísticos.

Para el EOS, los seis objetos primarios que están presentes en una práctica matemática se relacionan entre sí formando configuraciones. Estas configuraciones (figura 1) son entendidas como las redes de objetos intervinientes y emergentes de los sistemas de prácticas y las relaciones que se establecen entre los mismos, y constituyen los elementos del significado de un objeto matemático particular. Las configuraciones pueden ser epistémicas o instruccionales si son redes de objetos institucionales (extraídas de un texto escolar, obtenidas de la clase que imparte un profesor, etc.), o cognitivas si representan redes de objetos personales (actividad de los estudiantes). Tanto los sistemas de prácticas como las configuraciones se proponen como herramientas teóricas para describir los conocimientos matemáticos, en su doble versión, personal e institucional (Godino y Batanero, 1994).

Figura 1: Componentes de una configuración epistémica/cognitiva

Podemos advertir que en las configuraciones epistémicas/cognitivas, las situaciones-problemas son las que le dan origen a la propia actividad matemática, y las que vienen a motivar el conjunto de reglas que aparecen en ella. El lenguaje, por su parte, sirve de instrumento para accionar en la actividad matemática que acontece. Los argumentos, en tanto, los entendemos como prácticas que aparecen para justificar las definiciones, procedimientos y proposiciones, las que están reguladas por el uso del lenguaje, que por su parte, sirve de instrumento para la comunicación.

Cada objeto matemático, dependiendo del nivel de análisis que se quiera hacer, puede estar compuesto por entidades de los restantes tipos. Un argumento, por ejemplo, puede poner en juego conceptos, proposiciones, procedimientos, o combinaciones entre ellos y obviamente, está soportado por el lenguaje.

El EOS concibe a la comprensión básicamente como competencia y no tanto como proceso mental (Godino 2000, 2003 y Font 2011), pues sostiene que un sujeto comprende un determinado objeto matemático cuando lo usa de manera competente en diferentes prácticas.

3. Desarrollo del trabajo

Teniendo en cuenta la problemática planteada en la introducción, se propuso trascender las clases habituales de Probabilidad y Estadística para los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil de la UTN-FRCON. Para el trabajo final se les pidió que realizaran un trabajo integrador de aplicación, de libre elección sobre la temática a ser abordada pero tenía como condiciones: (a) que se relacionara con una problemática real de su especialidad y (b) que se establecieran vínculos con los contenidos de Probabilidad y Estadística trabajados en el curso.

Tomaremos como ejemplo sólo una propuesta presentada por un grupo de dos estudiantes, cuyo enunciado fue el siguiente:

Se está por construir una casa en el lado de la ciudad de Concordia y los dueños necesitan nivelar el terreno antes de realizar la construcción por el tema de las inundaciones, por lo cual recurrieron a una empresa constructora la cual calculó una cantidad de 45 camiones con un total de 18 mt3 para que el terreno quede en óptimas condiciones.
Conociendo que las dimensiones de la batea son de 7,5 mt x 1,90 mt x 1,61 m y que las cargas varían aleatoriamente, queríamos saber si va a alcanzar la cantidad de camiones calculados por la constructora.

Para el análisis tendremos en cuenta los pasos en un proceso de MM que marcan Falssetti y Rodriguez (2005):

1. *Análisis de una situación real y su complejidad*
   Ellos consideraron inicialmente que una motivación podría ser el análisis de los costos y tiempos de cada viaje, de allí la necesidad en la precisión en la cantidad necesaria. Encontraron factible poder conocer la cantidad de tierra en cada camión ya que tenían acceso a la cantera donde se realizan las cargas.
2. *Simplificación de la situación, elección y control de variables*
   La variable "cantidad de tierra en cada camión" fue considerada aleatoria, también se supone que las cargas se hicieron en forma independiente y bajo las mismas condiciones. Entre otros aspectos, también han supuesto que la totalidad de la carga llegaría al terreno a nivelar.
3. *Consideración de supuestos e hipótesis adicionales para dar un enunciado simplificado de la situación*
   Definida la variable aleatoria, realizaron un estudio para ver si podían considerarla como una variable con distribución gaussiana. Esto facilitaría y/o daría mayor precisión en la estimación de la media poblacional utilizando los métodos estadísticos aplicados en clase. El enunciado simplificado resultaría una formulación del tipo: "Se tiene una variable aleatoria distribuida normalmente, de la cual se ha tomado una muestra aleatoria de tamaño n, se conjetura que la media poblacional es 18. Se necesita determinar si los datos muestrales apoyan significativamente esta conjetura".
4. *Resolución del problema simplificado e idealizado. Análisis de los objetos matemáticos introducidos*
   Aquí han planteado el test de hipótesis correspondiente y lo han resuelto considerando un determinado nivel de significación y además contrastando con el cálculo del p-value (o valor p).
5. *Verificación de la adecuación de la solución al problema simplificado respecto a la situación inicial. Análisis de factibilidad. Formulación de predicciones.*
   Han tenido la posibilidad de contrastar sus cálculos y efectivamente la cantidad necesaria de viajes fue de 45. No han realizado predicciones, pero les ha quedado un precedente en el estudio de este tipo de problemas si lo necesitan a futuro.
6. *Estudio independiente de los objetos matemáticos introducidos y sus propiedades.*
   No han realizado estudios posteriores, debido a que la presentación y defensa de este trabajo era requisito para la regularización y/o promoción al final del año lectivo.

Podemos observar que se trata de un problema que se enmarca en situaciones de la semirrealidad o de la realidad (dependiendo el punto de vista que adoptemos) de acuerdo a lo planteado por Skovsmose (2012). Se reconoce en el mismo enunciado unas primeras hipótesis ("las cantidades de tierra son aleatorias"), conjeturas iniciales ("se necesitan 45 camiones para completar 18 m3”) y una primera información obtenida por ellos (las dimensiones de la batea) que implican alguna estrategia de búsqueda.

Se corresponde en una acepción fuerte de modelización ya que la elección del problema no tuvo condicionamiento alguno (salvo los dos requisitos mencionados anteriormente).

Desde los aportes del enfoque de RP, el diseño del plan diseñado por ellos para responder al problema fue el siguiente:

1. Suponiendo que el cálculo de los 45 camiones que hizo la empresa se realizó adoptando como promedio de todas las cargas de los camiones la cantidad de 18 mt3, se podría estimar en función de datos recolectados de distintas cargas al azar si sería factible suponer que la media poblacional sea el valor dado por la empresa.
2. Por lo tanto realizaron los siguientes pasos:
   - 2.1. Recolectaron datos aleatorios acerca de la cantidad de tierra en cargas de camiones
   - 2.2. Realizaron un análisis exploratorio y aplicaron un test para estudiar la posible normalidad de la variable.
   - 2.3. De apoyar la conjetura de la normalidad, según el tamaño muestral obtenido, podrían aplicar un test de hipótesis y/o un intervalo de confianza para la media poblacional. Planteando como hipótesis nula que la media poblacional en mt^3 es mayor o igual que 18, frente a la hipótesis alternativa que es menor a 18.
3. Contrastar, una vez que se hicieron los viajes, si efectivamente se tuvo la cantidad de tierra necesaria según la estimación de la empresa.

La riqueza en el uso de distintas estrategias vinculadas a objetos de matemática y de estadística se han podido observar principalmente en el apartado 2.2, donde para analizar el supuesto de normalidad han recurrido a:

- Realizar representaciones gráficas como la siguiente:

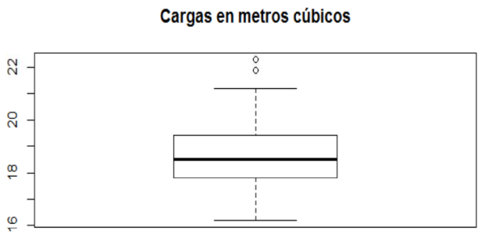

Figura 2. Box Plot para explorar la normalidad de la variable

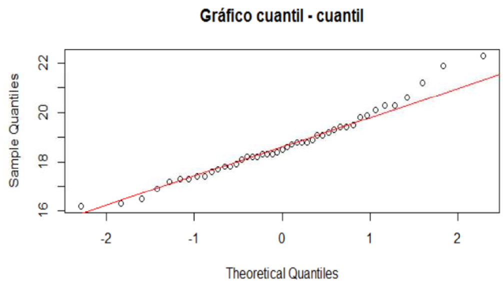

Figura 3. Gráfico de cuantiles para el conjunto de datos

Se puede pensar en la heurística de “considerar el problema resuelto”, en el sentido de decir: si la variable fuese normal, al realizar el gráfico de caja se esperaría que quede aproximadamente centrada, con la mediana dividiendo la caja en partes iguales, con los bigotes simétricos. Y para el gráfico cuantil-cuantil, se esperaría que los puntos queden próximos a una recta.

- Indagar autónomamente sobre las condiciones bajo las cuales se aplican los “test de normalidad”. En clase, intencionalmente, no se profundizó en el tema, precisamente para dejar la inquietud durante el curso proyectando en la realización de este trabajo final.

```
> shapiro.test(vector1)

 Shapiro-Wilk normality test

data:  vector1
W = 0.9721, p-value = 0.3442
```

Figura 4. Salida del RStudio del resultado del test de Shapiro-Wilk

- En ciertas instancias, por ensayo y error, han avanzado en el uso del software libre propuesto (no obligatorio) RStudio.

- También han explorado durante su familiarización, desde la simulación estocástica, con conjuntos de determinadas distribuciones. Se podría pensar en la heurística de trabajar con casos particulares y/o subproblemas vinculados.

En el cierre del trabajo han concluido en no rechazar la conjetura inicial de que la media es mayor o igual a 18 mt3:

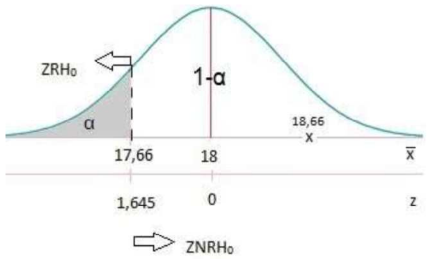

Figura 5. Representación de la zona de no rechazo en el planteo del test

Por último, desde el EOS, podemos detallar algunos elementos primarios que se pusieron en juego, a saber:

- *Conceptos:* Aleatoriedad. Parámetros y estadísticos. Distribución muestral de un estadístico. Distribución normal. Medidas descriptivas. Representaciones gráficas. Nivel de significación de un test de hipótesis.
- *Propiedades o proposiciones:* distribución de la media muestral. Estandarización de una variable. Comportamiento de los estadísticos en la exploración de la normalidad de la variable. Disposiciones, bajo normalidad, de los gráficos de caja y de cuantiles.
- *Procedimientos:* construcción e interpretación de gráficos. Cálculo de medidas descriptivas. Uso del software RStudio.
- *Argumentaciones: c*onclusiones tomadas del estudio exploratorio para la normalidad de la variable (en cuanto a la forma del Box Plot, del gráfico de cuantiles). Determinación e interpretación del no rechazo de la hipótesis nula acerca de que la media poblacional sea de 18 mt3.
- *Lenguaje: s*e reconocen formulaciones algebraico – simbólicas, lenguaje coloquial en formulaciones y conclusiones, representaciones gráficas.

4. Conclusión

El enfoque de RP de la didáctica de la Matemática aporta herramientas y concepciones muy interesantes para la formación de los futuros ingenieros. En este análisis pudimos reconocer la presencia de diferentes heurísticas, las cuales pueden ayudar a preparar en la formación de los alumnos a la naturalización de encontrarse con situaciones a resolver para las cuales no se tiene en forma directa la solución; pero además puede contribuir a la idea de contar con distintos posibles caminos para la búsqueda. También se ha observado que en el diseño del plan que han determinado, no sería de esperar una linealidad en las etapas, tal cual como ocurre frecuentemente en los problemas reales de su disciplina.

La aplicación de la MM como método de enseñanza, efectivamente se relaciona de sobre manera con los elementos característicos de la RP. Sus pasos en el proceso de modelación tienen considerables analogías con la modelación en ingeniería y en las ciencias aplicadas en general. Se generan permanentemente situaciones problemáticas en cada etapa e incluso en las relaciones entre ellas, como se puede observar en forma directa en los pasos 1, 3 y 4 detallados anteriormente.

Por último cabe destacar la motivación que han manifestado en su realización, en los avances de las entregas y en el reconocimiento como propio del problema planteado, lo cual habría generado una predisposición al recibir las correcciones, orientaciones y propuestas realizadas por el cuerpo docente de la cátedra.

5. Referencias

[1] R. Bassanezi y M. S. Bienbengut. “Modelación matemática: Una antigua forma de investigación – un método de enseñanza”. Números, 32, 13-25. 1997

[2] V. Font. “Las funciones y la competencia disciplinar en la formación docente matemática”. UNO, 56, 86-94. 2011
[3] M. C. Falsetti y M. A. Rodríguez. "A proposal for improving students' mathematical attitude based on mathematical modeling”. Teaching Mathematics and its Applications, 24, Nº 1, , pp.14-28. 2005
[4] R. Garza. “La enseñanza de las ciencias básicas en la formación de ingenieros”. Ingenierías, 2, 55, 55-58. 1999
[5] J. Godino. “Significado y comprensión en matemáticas”. UNO, 25, 77-87. 2000
[6] J. Godino. “Teoría de las funciones semióticas. Un enfoque ontológico-semiótico de la cognición e instrucción matemática”. Departamento de Didáctica de la Matemática de la UG. Granada, España. 2003
[7] J. Godino, J. y C. Batanero. “Significado institucional y personal de los objetos matemáticos”. Recherches en Didactique des Mathématiques, 14, 3, 325-355. 1994
[8] J. Godino, C. Batanero y V. Font. “The onto-semiotic approach to research in mathematics education”. ZDM, 39(1-2), 127-135. 2007
[9] M. L. Jóver. “La resolución de problemas en la enseñanza de la ingeniería”. Revista Argentina de Enseñanza de la Ingeniería, 4(6), 81-86. 2003
[10] R. Méndez. “Las Ciencias Básicas y el aprendizaje en Ingeniería”. En A. Jarillo Morales (Ed.), “4 Foro Nacional de Ciencias Básicas”. UNAM. México. pp 1-9. 2010
[11] Ministerio de Educación. Resolución Ministerial N° 1232/01. Buenos Aires: Ministerio de Educación de Argentina. 2001
[12] G. Pita, M. Añino, E. Ravera, A. Miyara, G. Merino y L. Escher. “Enseñar Matemática a través de problemas abiertos: un desafío para los docentes”. En A. Ruíz (Ed.), “Actas XIII Conferencia Interamericana de Educación Matemática”. Universidade de Pernambuco. Recife, Brasil. pp. 1-11. 2011
[13] M. Rodríguez. Resolución de Problemas. En: M. Pochulu y M. Rodríguez (Comps.), Educación Matemática – Aportes a la formación docente desde distintos enfoques teóricos. Ediciones UNGS y EDUVIM. Los Polvorines, Argetina. pp. 153-174. 2012
[14] O. Skovsmose. “Escenarios de investigación”. En P. Valero y O. Skovsmose (Eds.), “Educación matemática crítica. Una visión sociopolítica del aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas”. Ed.: Una empresa docente. Bogotá, Colombia. pp. 109-130. 2012