

# Análisis de los errores en matemática de los alumnos ingresantes a las carreras de Ingeniería: el Test Diagnóstico en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora

*Analysis of errors in mathematics of new students to engineering careers: Test Diagnosis at the Faculty of Engineering of the National University of Lomas de Zamora*

**Claudia Minnaard**

Universidad Nacional de Lomas de Zamora

[minnaardclaudia@gmail.com](mailto:minnaardclaudia@gmail.com)

## Resumen

En los cambios y demandas de las sociedades actuales, los ingenieros son parte de las soluciones a estos problemas. En Argentina la relación es de un ingeniero cada 6600 habitantes. Esta proporción resulta insuficiente para las necesidades tecnológicas actuales. Teniendo como fin recabar información con respecto a las competencias de ingreso de los alumnos ingresantes a las carreras de ingeniería. El instrumento de recolección de datos es el Test diagnóstico. Se plantea como objetivo de la investigación: indagar la relación entre los errores cometidos por alumnos ingresantes a las carreras de Ingeniería de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora durante el año 2013, la frecuencia de ocurrencia del error, el tipo de problema propuesto, y el tipo de institución educativa de la que proviene. Para el análisis de los datos se utilizan herramientas estadísticas de análisis univariado, bivariado y multivariado.

## Abstract

In the changes and demands of modern societies, engineers are part of the solutions to these problems. In Argentina the ratio is an engineer every 6600 inhabitants. This proportion is insufficient for today's technology needs. Having intended to gather information regarding the powers of entry of

new students to engineering careers. The data collection instrument is the diagnostic test. Therefore seeks research: investigate the relationship between the mistakes made by new students to the Engineering of the National University of Lomas de Zamora in 2013, the frequency of occurrence of the error, the type of proposed problem, and the type of educational institution from which it comes. For the analysis of the data statistics univariate analysis tools are used bivariate and multivariate.

**Palabras Clave / Key words:** matemáticas, alumnos, test diagnostico / math students, diagnostic test

---

## Introducción

Los cambios y demandas de las sociedades actuales, generan problemas como la contaminación, el colapso de los sistemas energéticos y sanitarios, los desafíos en materia de telecomunicaciones y el calentamiento global. Los ingenieros son parte de las soluciones a estos problemas, transformando la ciencia y las investigaciones en innovaciones, desarrollos y tecnologías. En los países desarrollados como Alemania, Francia o China, hay alrededor de un nuevo graduado en ingeniería cada 2.000 o 2.500 habitantes. En Latinoamérica la realidad es muy diferente. Según el país, se puede encontrar un nuevo ingeniero por entre 4.500 a 10.000 habitantes. En Argentina esta relación es de un ingeniero cada 6600 habitantes<sup>1</sup>. Esta proporción resulta insuficiente para las necesidades tecnológicas actuales. El Plan Estratégico de Formación de Ingenieros (PEFI), impulsado por la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU) del Ministerio de Educación de la Nación, tiene como objetivo incrementar la cantidad de graduados

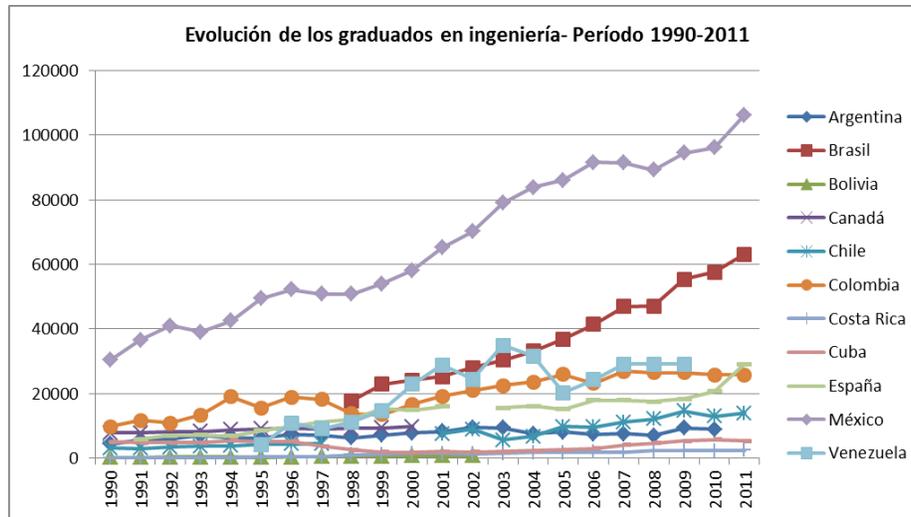
en ingeniería en un 50% en 2016, y en un 100% en 2021 (tomando como base el 2010).<sup>2</sup> (Gráfico 1)

**Gráfico 1: Evolución de la cantidad de graduados en ingeniería- Período 1990-2011**

---

<sup>1</sup> Compendio Mundial de la Educación 2006. Comparación de las estadísticas de educación en el mundo. Instituto de Estadísticas de la UNESCO. En: [http://www.uis.unesco.org/Library/Documents/ged06\\_es.pdf](http://www.uis.unesco.org/Library/Documents/ged06_es.pdf) [Consultado 04/02/2014]

<sup>2</sup> Plan Estratégico para la Formación de Ingenieros 2012 - 2016 (PEFI)- Secretaría de Políticas Universitarias (SPU)- Ministerio de Educación de la Nación. En: <http://pefi.siu.edu.ar/> [Consultado 10/12/2013]



**Fuente: Indicadores Titulados de grado – Red de Indicadores en Ciencia y Tecnología(RICYT)**

Para poder lograr este incremento significativo, se impulsaron distintas estrategias, convenios con diferentes países, importantes becas para los estudiantes, articulación con el nivel medio, fuerte vinculación entre las universidades y el nivel productivo con el fin de despertar vocaciones tempranas hacia carreras tecnológicas, que permitan incrementar los recursos humanos que demanda este sector.

Ahora bien ¿cuáles son las competencias que traen los estudiantes que ingresan a las carreras de ingeniería? , ¿son estas las competencias requeridas teniendo en cuenta las exigencias de estas carreras?, ¿cómo implementar un instrumento que permita detectarlas y luego actuar en consecuencia?, ¿cuáles son los errores que cometen los estudiantes al realizar una prueba diagnóstica?, ¿es posible establecer algún tipo de tipología de estos errores?.

Para responder a algunas de estas preguntas la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU) junto con el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) implementó a partir del año 2013 un Test diagnóstico (TD), a fin de recabar información. El área disciplinar elegida para esta primera etapa es la de matemática, aunque se encuentra en proyecto implementar este tipo de diagnóstico en otras áreas como física, química y lengua.

El Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) ha desarrollado un documento<sup>3</sup> en el que consignan las competencias requeridas para los ingresantes a las carreras de ingeniería, destacando que

*Las características de la Educación Superior requieren que quien inicia una carrera universitaria deba poseer el dominio de una serie de competencias básicas. Estas competencias deben ser desarrolladas en la escuela secundaria y durante la instancia universitaria continuar con su desarrollo y consolidación<sup>4</sup> (CONFEDI, 2009)*

Dentro de las competencias básicas solicitadas se ha detectado que los alumnos ingresantes tienen “habilidades matemáticas poco desarrolladas para responder a los requerimientos del aprendizaje de la educación superior<sup>5</sup>”. Con el fin de obtener información el CONFEDI decidió realizar un Test Diagnóstico<sup>6</sup> de matemática a los ingresantes a carreras de ingeniería en el 2013. El Test Diagnóstico se implementó en 60 universidades de todo el país (públicas y privadas) del 4 de febrero al 31 de marzo de 2013 y participaron 8451 alumnos. El test consistió en 5 problemas elegidos en forma aleatoria de una base de 50 problemas. Solamente el 20 % de los alumnos pudo resolver correctamente 3 o más problemas de los propuestos. Una fuente de información de las dificultades para resolver los problemas se encuentra en el análisis de los errores cometidos en su resolución.

Ante lo expuesto surge el siguiente problema de investigación:

¿Cuál es la relación entre los errores cometidos por alumnos ingresantes a las carreras de Ingeniería de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora durante el año 2013, la frecuencia de

---

<sup>3</sup>Documento sobre Competencias requeridas para el Ingreso a los Estudios Universitarios elaborado a partir de las propuestas presentadas por las siguientes Asociaciones, Consejos, Entres, Redes y Foros de Decanos: AUDEAS, CONADEV, CONFEDI, CUCEN, ECUAFyB, FODEQUI y RED UNCI. 2009

<sup>4</sup> Este Documento surge por la necesidad de identificar las competencias que un estudiante de la Escuela Secundaria necesita para acceder a un Nivel Superior. Si bien se han desarrollado una serie de experiencias en la articulación entre ambos niveles no se han alcanzado a la fecha los resultados esperados.

<sup>5</sup>ibid

<sup>6</sup> La evaluación diagnóstica tiene por objetivo fundamental determinar la situación de cada alumno antes de iniciar un determinado proceso de enseñanza-aprendizaje, para poder adaptarlo a sus necesidades. La información relevada debería permitir conocer: el grado de adquisición de los prerrequisitos del aprendizaje, de las ideas alternativas o modelos espontáneos de razonamientos, de las actitudes y hábitos adquiridos con relación al aprendizaje y de las representaciones de las tareas que se les proponen.

Jorba, J. y Sanmartí, N. (2008) *Evaluación como ayuda al aprendizaje*, Grao, Barcelona, pp. 21-42.

El Test Diagnóstico fue diseñado e implementado por la Secretaría de Políticas Universitarias SPU y CONFEDI

ocurrencia del error, el tipo de problema propuesto, y el tipo de institución educativa de la que proviene?

Las hipótesis que se proponen son

*Hipótesis 1: El tipo de error que cometen los alumnos en el Test Diagnóstico está relacionado con el tipo de problema que se le presenta para resolver.*

*Hipótesis 2: La ocurrencia de los errores que cometen los alumnos en el Test Diagnóstico está relacionada con el tipo de problema que se le presenta para resolver.*

*Hipótesis 3: La cantidad de ejercicios correctamente resueltos en el Test Diagnóstico está relacionado con el tipo de escuela de la que proviene.*

Bajo la perspectiva de Díaz (2010)

*La reflexión pedagógica no puede, o no debe, prescindir de las realidades actuales. Nuestro presente ha generado una episteme polifacética. Los territorios de cada disciplina de estudio ya no están determinados de manera férrea. Los márgenes epistemológicos de las distintas ciencias se flexibilizan y sus corpus se hacen más complejos.*

Tal como afirma Prigogine (1996) hemos llegado al fin de las certidumbres, tanto la naturaleza como el ser humano distan de ser previsibles pero es posible construir teorías y organizar prácticas que nos acerquen.

El Programa Estratégico de Formación de Ingenieros (PEFI) se enmarca en un contexto de políticas de desarrollo y el Test diagnóstico (TD) es el instrumento de recolección de datos con respecto a la competencia “*habilidades matemáticas en la resolución de problemas*”.

La palabra competencia deriva del latín cum y petere, que significa capacidad para concurrir, coincidir en la dirección, por lo tanto supone una situación de comparación directa y situada en un momento determinado (Tobón, 2006). Yves Chevallard (1997), sin hacer alusión al término competencia, introduce una diferenciación de mucha utilidad al distinguir saber y conocimiento, siendo el primero el que organiza el segundo. El saber, señala el autor, es lo supuesto, lo potencial, lo que se reactiva en, y frente a la información y al conocimiento nuevo o viejo, y establece con ellos una relación productiva de otros saberes y conocimientos. Desde esta perspectiva el saber es una relación, y se construye en

ella, de lo que se deriva que el concepto de conocimiento y enseñanza que sostienen la idea de conocimiento acabado, cerrado e intemporal, niegan la importancia de pensar los modos y las condiciones propicias para aprender estos saberes. En síntesis, y siguiendo a éstos autores, es posible concluir que no se puede hablar de competencias, sin situarlas en los marcos de prácticas que las contengan, las promuevan y las signifiquen.

En el campo de la matemática, “*hacer matemática*” es equivalente a “*resolver problemas*”. Por su parte, Charnay (1988) considera que

*Solo hay problema si el alumno percibe una dificultad, una situación que hace problema para un determinado alumno puede ser inmediatamente resuelta por otro (y entonces no será percibido por este último como un problema). Hay entonces una idea de obstáculo a superar.*

En la misma línea, Radillo Enríquez y Huerta Varela (2007) consideran que “*algunos obstáculos o dificultades que encara un estudiante en el manejo del lenguaje matemático son fuente de errores en la solución de problemas. La naturaleza del obstáculo puede explorarse mediante el análisis de los errores cometidos*”.

Bachelard (1988) introduce el concepto de obstáculo epistemológico considerando que “*se conoce en contra de un conocimiento anterior, destruyendo conocimientos mal adquiridos o superando aquello que, en el espíritu mismo, obstaculiza*”.

En el ámbito de la educación matemática los errores aparecen permanentemente en las producciones de los alumnos, siendo la evidencia de los obstáculos en los procesos cognitivos. (del Puerto, Minnaard & Seminara, 2006 ; Pochulu, 2005; Socas, 1997 ; Socas, 2008; Rico, 1995 ; Rico, 2006; Minnaard, del Puerto & Seminara, 2008; Minnaard, del Puerto & Seminara, 2007)

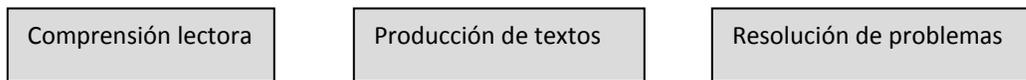
La investigación se desarrolla en forma descriptivo-correlacional ya que se propone describir el comportamiento de variables y/o identificar tipos o pautas características resultantes de las combinaciones de un cierto número de ellas. Las investigaciones descriptivas se ocupan entonces de identificar las variables relevantes del objeto o asunto investigado y luego averiguar cómo se comportan dichas variables. Es correlacional ya que se analizará la variación conjunta (no causal) de dos o más variables. Asimismo, las características del trabajo que se propone es transeccional, ya que los datos se recogen en un momento determinado. (Ynoub, 2007; Ynoub, 2011; Mombrú, 2013)

El instrumento de recolección de los datos es el Test Diagnóstico. El Test se confeccionó a partir de los problemas propuestos por las distintas universidades que conforman CONFEDI<sup>7</sup>. En función de esto se decidió armar una base de datos de 10 ejercicios por cada unidad. Las unidades fueron 5, Unidad 1: Números reales, Unidad 2: Ecuaciones, Unidad 3: Funciones, Unidad 4: Relaciones trigonométricas en un triángulo rectángulo, Unidad 5: Polinomios<sup>8</sup>. El Test fue realizado on line a través de un software diseñado para este propósito<sup>9</sup>.

El instrumento elaborado bajo las condiciones enunciadas anteriormente se aplica a una muestra de 198 alumnos ingresantes a las carreras de ingeniería de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora, esta muestra es no probabilística por conveniencia. Las variables sujetas a estudio son: Año de egreso del secundario, Asistencia a curso de apoyo previo al Test Diagnóstico, Escuela de procedencia<sup>10</sup>, Tipo de problema, Tipo de error, Ocurrencia del error.

### Contenido

Dentro de la trayectoria académica de los alumnos universitarios, se han identificado las denominadas competencias de acceso que un estudiante de nivel medio debe alcanzar para continuar sus estudios superiores con éxito<sup>11</sup>.



Aluden a capacidades complejas y generales necesarias para cualquier tipo de actividad intelectual.

<sup>7</sup> En el plenario de CONFEDI y 2 de noviembre de 2012, se definieron las características más relevantes del Test Diagnóstico y su implementación. Asimismo, se aprobó un modelo tentativo.

<sup>8</sup> La tarea de selección de los problemas fue coordinada por Jorge Almazán de la Universidad Nacional de Salta, Yvonne Esteybar de la Universidad Nacional de San Juan y Claudia Minnaard por la Universidad Nacional de Lomas de Zamora.

<sup>9</sup> La Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico Sociales de la Universidad Nacional de San Luis puso a disposición un servidor y el equipo técnico para asistir durante la toma de las pruebas. Se trabajó en conjunto con el programador para la puesta a punto.

<sup>10</sup> Estas variables de contexto se encontraban en la primera pantalla del test.

<sup>11</sup> Documento sobre Competencias requeridas para el Ingreso a los Estudios Universitarios elaborado a partir de las propuestas presentadas por las siguientes Asociaciones, Consejos, Entes, Redes y Foros de Decanos: AUDEAS, CONADEV, CONFEDI, CUCEN, ECUAFyB, FODEQUI y RED UNCI. 2009.

En: <http://www.confedi.org.ar/content/competencias-de-ingreso> [Consultado 08/02/2014]

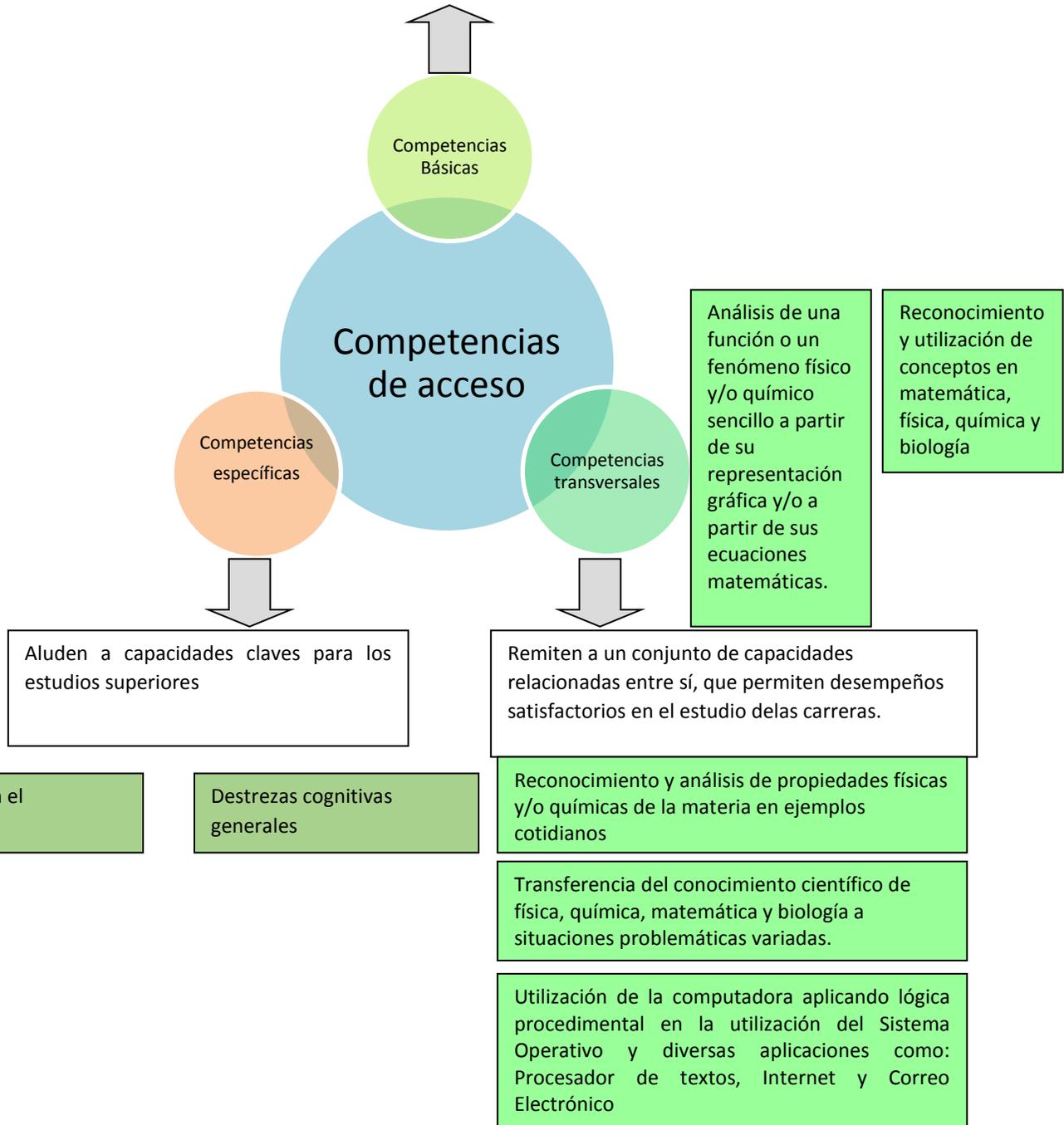


Gráfico 2: Competencias de acceso

En el mes de febrero de 2013, se implementó el denominado Test Diagnóstico para ingresantes a carreras de ingeniería en todo el país<sup>12</sup>, con el objeto de contar con datos que permitieran diseñar acciones para mejorar las condiciones de acceso y posterior rendimiento de los estudiantes.

Esta evaluación, que tal como surge de su nombre tiene una finalidad exclusivamente diagnóstica se administró a un total de 8451 aspirantes a ingresar en carreras de ingeniería del todo el país. Esta masividad en su aplicación fue posible gracias a las herramientas tecnológicas, que facilitaron, no solo su implementación on line, sino la corrección automática al finalizar la prueba, la devolución individual al alumno y la conformación de una base de datos nacional del nivel de los ingresantes y su desagregación por unidad académica. Estos datos resultan estratégicos para las instituciones, al brindar información sistematizada que le permite como en el caso de la FI UNLZ, identificar la naturaleza de los errores, sistematizarlos y desarrollar acciones para el desarrollo de estrategias adecuadas.

El Test se confeccionó a partir de los problemas propuestos por las distintas unidades académicas que conforman CONFEDI y su carácter distintivo es el soporte informático<sup>13</sup> que facilita su implementación a nivel nacional, el que permite la aleatoriedad con la que se presentan los ejercicios a los alumnos, la rapidez con la que el estudiante obtiene los resultados de la evaluación, la conformación de una base de datos integrada a nivel nacional.

---

<sup>12</sup>Diseñado e implementado por la Secretaría de Políticas Universitarias SPU y CONFEDI

<sup>13</sup> Las plataformas y las aulas virtuales ofrecen una muy amplia gama de herramientas propias de seguimiento de rendimiento de los alumnos que permiten: realizar cualquier tipo de evaluación: diagnóstica – procesual – sumativa y aplicar instrumentos de: redacción abierta; construcción; cerradas objetivas en todas sus variantes (selección múltiple, doble alternativa, enlazamiento, completamiento, ordenamiento, etc.); mixtos con preguntas abiertas y cerradas, utilizando multimedias e hipertextos. Entre estas podemos destacar: cambiar una respuesta dada antes de guardar, dar los resultados de aprobación/desaprobación con la respuesta correcta, dar la opción de rehacer el examen aplicando el azar para la selección de las preguntas de la actividad, programar escalas de calificación para cada tipo de actividad, cuali y cuantitativas, ofrecer un registro estadístico de los resultados totales. En caso de herramientas off line, el docente puede evaluar él mismo editando el documento, calificando y enviando simultáneamente la respuesta al alumno por mail en forma automática y ofrecer una amplia gama de suplementos: gráficos estadísticos de rendimiento por alumno, grupos internos, grupos totales, promedios individuales por alumno y por ítem. Asimismo es posible generar bancos de preguntas o de actividades que se pueden elegir en forma intencional o al azar para la construcción de evaluaciones. Los entornos virtuales de aprendizaje (EVA) permiten el desarrollo de evaluaciones por competencias. (Plazaola, 2011)

| Tipo de ejercicio/problema                                    | Categorías | %      |
|---|------------|--------|
| Para su resolución aplica definiciones                        | No         | 2,041  |
|   | Si         | 97,959 |
| Para su resolución aplica propiedades                         | No         | 20,408 |
|   | Si         | 79,592 |
| Para su resolución realiza operaciones numéricas              | No         | 44,898 |
|   | Si         | 55,102 |
| Tiene gráfico que acompaña enunciado textual                  | No         | 85,714 |
|   | Si         | 14,286 |
| Tiene expresiones algebraicas que acompañan enunciado textual | No         | 36,735 |
|   | Si         | 63,265 |
| Para su resolución aplica fórmulas                            | No         | 61,224 |
|   | Si         | 38,776 |
| Tiene solamente enunciado textual                             | No         | 32,653 |
|   | Si         | 67,347 |

**Tabla 1: Clasificación de los problemas propuestos**

Fuente: Elaboración propia

De los 50 problemas propuestos se observa que el 97,959 % necesita para su resolución aplicar definiciones, el 79,592% para su resolución aplica propiedades, el 55, 102% para su resolución realiza operaciones numéricas, el 14 % tiene un gráfico que acompaña el enunciado textual<sup>14</sup>, el 63,265 % tiene expresiones algebraicas que acompañan el enunciado textual<sup>15</sup>, el 38,776% para su resolución aplica fórmulas y el 67,347 % tienen solamente enunciado textual.

## Resultados

Para el estudio se focaliza en los alumnos ingresantes a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora.

<sup>14</sup>Es importante destacar que en este tipo de problemas hay dos registros de representación semiótica (de un registro puramente textual a uno gráfico).

<sup>15</sup>En este caso también hay dos registros de representación semiótica (de un registro puramente textual a uno algebraico).

Cantidad de problemas bien resueltos por Unidad temática

Tabla 2: Cantidad de problemas bien resueltos Unidad 1 por eje temático

| UNIDAD 1:<br>Conjuntos Numéricos (excepto números complejos)<br>EJE  | EJERCICIO         | BIEN          | MAL            | NO RESUELVE   | PORCENTAJE DE MAL RESUELTOS POR EJE /TOTAL DE MAL RESUELTOS |
|--|-------------------|---------------|----------------|---------------|---|
| <b>1er Eje: Operaciones con números reales y aplicación de propiedades (suma, producto, cociente, radicación, potenciación, logaritmo)</b> | 1                 | 6,000         | 8,000          | 3,000         |   |
|  | 2                 | 2,000         | 11,000         | 0             |   |
|  | 3                 | 6,000         | 9,000          | 4,000         |   |
|  | 4                 | 7,000         | 13,000         | 0,000         |   |
|  | 5                 | 4,000         | 3,000          | 0,000         | 38%   |
| <b>2do Eje: Cálculo de perímetro, área, volumen, densidad; Unidades de medida; Notación científica; Porcentaje.</b>                        | 6                 | 4,000         | 16,000         | 1,000         |   |
|  | 7                 | 4,000         | 10,000         | 1,000         |   |
|  | 8                 | 1,000         | 13,000         | 7,000         |   |
|  | 9                 | 1,000         | 11,000         | 6,000         |   |
|  | 10                | 5,000         | 22,000         | 1,000         | 62%   |
|  | <b>CANTIDAD</b>   | <b>40,000</b> | <b>116,000</b> | <b>23,000</b> |   |
|  | <b>PORCENTAJE</b> | <b>20%</b>    | <b>59%</b>     | <b>12%</b>    |   |

**Fuente:** Elaboración propia

El 59 % de los alumnos resolvió mal los ejercicios de la Unidad 1. Siendo el eje 2 el que presentó mayor dificultad (el 62 % de los que resolvieron mal corresponden a este eje).El ejercicio con mayor cantidad de alumnos que lo resolvieron mal es el Ejercicio 10, seguido por el Ejercicio 6. Cabe señalar que un 9% de los alumnos no dejó ningún registro y 12 % manifiesta que no sabe resolver los ejercicios. (Tabla 2)

Tabla 33: Cantidad de problemas bien resueltos Unidad 2 por eje temático

| <b>UNIDAD 2: Ecuaciones</b>  | <b>EJERCICIO</b>  | <b>BIEN</b>   | <b>MAL</b>     | <b>NO RESUELVE</b> | <b>PORCENTAJE DE MAL RESUELTOS POR EJE/TOTAL DE MAL RESUELTOS</b> |
|--|-------------------|---------------|----------------|--------------------|---|
| <b>1° EJE: ECUACIONES DE PRIMER GRADO CON UNA INCOGNITA</b>                  | 1                 | 6,000         | 5,000          | 0,000              |   |
|  | 2                 | 4,000         | 6,000          | 0                  |   |
|  | 3                 | 8,000         | 6,000          | 0,000              | 16%   |
| <b>2° EJE: ECUACIONES DE SEGUNDO GRADO CON UNA INCÓGNITA</b>                 | 4                 | 7,000         | 8,000          | 3,000              |   |
|  | 5                 | 9,000         | 16,000         | 0,000              |   |
|  | 6                 | 2,000         | 11,000         | 0,000              | 33%   |
| <b>3° EJE: SISTEMAS DE DOS ECUACIONES DE PRIMER GRADO CON DOS INCÓGNITAS</b> | 7                 | 8,000         | 17,000         | 1,000              |   |
|  | 8                 | 5,000         | 5,000          | 1,000              |   |
|  | 9                 | 3,000         | 13,000         | 0,000              |   |
|  | 10                | 10,000        | 19,000         | 5,000              | 51%   |
|  | <b>CANTIDAD</b>   | <b>62,000</b> | <b>106,000</b> | <b>10,000</b>      |   |
|  | <b>PORCENTAJE</b> | <b>31%</b>    | <b>54%</b>     | <b>5%</b>          |   |

Fuente: Elaboración propia

El 54 % de los alumnos resolvió mal los ejercicios de la Unidad 2. Siendo el eje 3 el que presentó mayor dificultad (el 51 % de los que resolvieron mal corresponden a este eje). El ejercicio con mayor cantidad de alumnos que lo resolvieron mal es el Ejercicio 10, seguido por el Ejercicio 7. Cabe señalar que un 10% de los alumnos no dejó ningún registro y 5 % manifiesta que no sabe resolver los ejercicios.(Tabla 3)

Tabla 4: Cantidad de problemas bien resueltos Unidad 3 por eje temático

| UNIDAD 3: Funciones<br>EJE                              | EJERCICIO         | BIEN          | MAL           | NO<br>RESUELVE | PORCENTAJE DE MAL<br>RESUELTOS POR EJE/TOTAL DE<br>MAL RESUELTOS |
|---|-------------------|---------------|---------------|----------------|--|
| <b>1° EJE: FUNCION DE PRIMER GRADO EN UNA VARIABLE</b>  | 1                 | 19,000        | 21,000        | 3,000          |  |
|   | 2                 | 5,000         | 8,000         | 0              |  |
|   | 3                 | 10,000        | 12,000        | 3,000          | 43%  |
| <b>2° EJE: FUNCION DE SEGUNDO GRADO EN UNA VARIABLE</b> | 4                 | 6,000         | 4,000         | 3,000          |  |
|   | 5                 | 3,000         | 5,000         | 0,000          |  |
|   | 6                 | 8,000         | 7,000         | 0,000          | 17%  |
| <b>3° EJE: FUNCION TRIGONOMÉTRICA</b>                   | 7                 | 8,000         | 10,000        | 5,000          |  |
|   | 8                 | 0,000         | 14,000        | 0,000          |  |
|   | 9                 | 5,000         | 10,000        | 6,000          | 40%  |
|   | <b>CANTIDAD</b>   | <b>64,000</b> | <b>91,000</b> | <b>20,000</b>  |  |
|   | <b>PORCENTAJE</b> | <b>32%</b>    | <b>46%</b>    | <b>10%</b>     |  |

Fuente: Elaboración propia

El 46 % de los alumnos resolvió mal los ejercicios de la Unidad 3. Siendo el eje 1 el que presentó mayor dificultad (el 43 % de los que resolvieron mal corresponden a este eje). El ejercicio con mayor cantidad de alumnos que lo resolvieron mal es el Ejercicio 1, seguido por los Ejercicio 8 y 3. Cabe señalar que un 12% de los alumnos no dejó ningún registro y 10 % manifiesta que no sabe resolver los ejercicios. (Tabla 4)

Tabla 5: Cantidad de problemas bien resueltos Unidad 4 por eje temático

| UNIDAD 4: Relaciones trigonométricas en un triángulo rectángulo EJE       | EJERCICIO         | BIEN          | MAL            | NO RESUELVE   | PORCENTAJE DE MAL RESUELTOS POR EJE/TOTAL DE MAL RESUELTOS |
|---|-------------------|---------------|----------------|---------------|--|
| <b>1° EJE: ANGULOS : SISTEMAS DE MEDICIÓN</b>                             | 1                 | 1,000         | 8,000          | 1,000         |  |
|   | 2                 | 4,000         | 10,000         | 5,000         | 17%  |
| <b>2° EJE: RELACIONES TRIGONOMÉTRICAS EN UN TRIANGULO RECTANGULO</b>      | 3                 | 3,000         | 13,000         | 0,000         |  |
|   | 4                 | 11,000        | 18,000         | 3,000         |  |
|   | 5                 | 9,000         | 13,000         | 2,000         |  |
|   | 6                 | 2,000         | 10,000         | 4,000         | 50%  |
| <b>3° EJE: TEOREMA DE PITÁGORAS. RESOLUCIÓN DE TRIÁNGULOS RECTÁNGULOS</b> | 7                 | 2,000         | 16,000         | 1,000         |  |
|   | 8                 | 2,000         | 11,000         | 1,000         |  |
|   | 9                 | 5,000         | 4,000          | 6,000         |  |
|   | 10                | 4,000         | 4,000          | 0,000         | 33%  |
|   | <b>CANTIDAD</b>   | <b>43,000</b> | <b>107,000</b> | <b>23,000</b> |  |
|   | <b>PORCENTAJE</b> | <b>22%</b>    | <b>54%</b>     | <b>12%</b>    |  |

**Fuente:** Elaboración propia

El 54 % de los alumnos resolvió mal los ejercicios de la Unidad 4. Siendo el eje 2 el que presentó mayor dificultad (el 50 % de los que resolvieron mal corresponden a este eje). El ejercicio con mayor cantidad de alumnos que lo resolvieron mal es el Ejercicio 4, seguido por los Ejercicios 3 y 5. Cabe señalar que un 12% de los alumnos no dejó ningún registro y 12 % manifiesta que no sabe resolver los ejercicios. (Tabla 5)

Tabla 6: Cantidad de problemas bien resueltos Unidad 5 por eje temático

| UNIDAD 5: Polinomios<br>EJE  | EJERCICIO         | BIEN          | MAL           | NO RESUELVE  | PORCENTAJE DE MAL RESUELTOS POR EJE/TOTAL DE MAL RESUELTOS |
|--|-------------------|---------------|---------------|--------------|--|
| 1° EJE: ANGULOS : POLINOMIOS OPERACIONES   | 1                 | 9,000         | 12,000        | 2,000        |  |
|  | 2                 | 10,000        | 4,000         | 0,000        |  |
|  | 3                 | 12,000        | 7,000         | 0,000        | 27%  |
| 2° EJE: REGLA DE RUFFINI. CEROS DE UN POLINOMIO.TEOREMA DEL RESTO. FACTORIZACIÓN | 4                 | 7,000         | 7,000         | 1,000        |  |
|  | 5                 | 8,000         | 7,000         | 4,000        |  |
|  | 6                 | 11,000        | 7,000         | 0,000        | 24%  |
| 3° EJE: EXPRESIONES ALGEBRAICAS FRACCIONARIAS. SIMPLIFICACIÓN                    | 7                 | 5,000         | 7,000         | 0,000        |  |
|  | 8                 | 10,000        | 10,000        | 0,000        |  |
|  | 9                 | 8,000         | 19,000        | 0,000        |  |
|  | 10                | 8,000         | 7,000         | 2,000        | 49%  |
|  | <b>CANTIDAD</b>   | <b>88,000</b> | <b>87,000</b> | <b>9,000</b> |  |
|  | <b>PORCENTAJE</b> | <b>45%</b>    | <b>44%</b>    | <b>5%</b>    |  |

Fuente: Elaboración propia

El 44 % de los alumnos resolvió mal los ejercicios de la Unidad 5. Siendo el eje 3 el que presentó mayor dificultad (el 49 % de los que resolvieron mal corresponden a este eje).El ejercicio con mayor cantidad de alumnos que lo resolvieron mal es el Ejercicio 9, seguido por los Ejercicios 1 y 8. Cabe señalar que un 6% de los alumnos no dejó ningún registro y 5 % manifiesta que no sabe resolver los ejercicios. (Tabla 6)

Tabla 7: Distribución porcentual de los errores de acuerdo a las distintas Unidades temáticas

|                 | Dificultades del lenguaje | Dificultades para obtener información espacial | Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos | Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento | Aplicación de reglas o estrategias irrelevantes |
|-----------------|---------------------------|--|---|--|---|
| <b>Unidad 1</b> | 30%                       | 0%   | 49%   | 8%   | 13%   |
| <b>Unidad 2</b> | 26%                       | 6%   | 28%   | 41%  | 0%  |
| <b>Unidad 3</b> | 0%                        | 13%  | 27%   | 45%  | 15%   |
| <b>Unidad 4</b> | 8%                        | 0%   | 30%   | 57%  | 5%  |
| <b>Unidad 5</b> | 0%                        | 0%   | 44%   | 56%  | 0%  |

Fuente: Elaboración propia

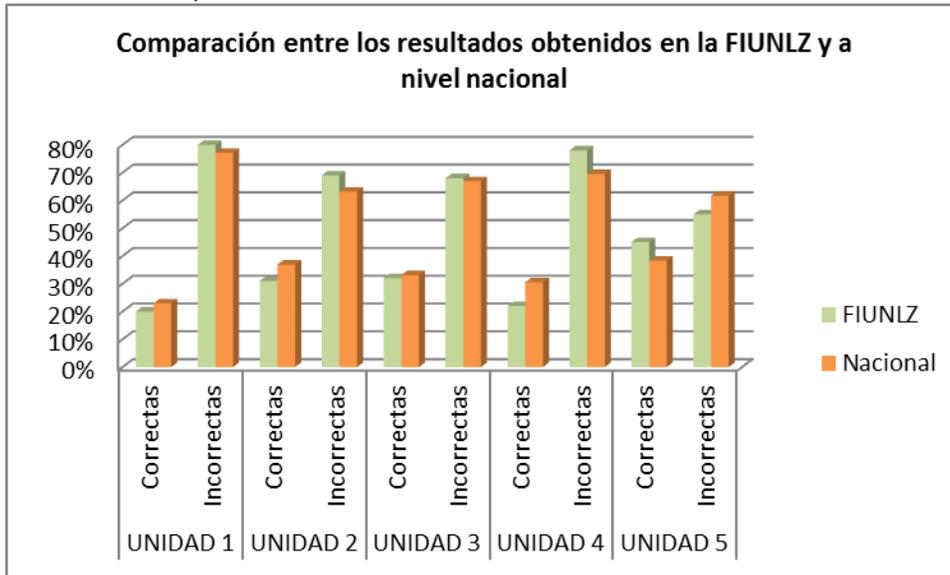
Al considerar la distribución de los errores por Unidad temática, en función de los cinco tipos de errores analizados, se observa que existe una alta correlación entre los errores de la Unidad 2 con los de la Unidad 4 (0,717) y con los de la Unidad 5 (0,807). También es alta la correlación entre los errores de la Unidad 3 con los de la Unidad 4 (0,779) y con los de la Unidad 5 (0,910). Es posible observar una correlación media entre los errores de la Unidad 2 con los de la Unidad 3 (0,577).

Como el Test diagnóstico se realizó en forma simultánea en todas las facultades de ingeniería del país, se compararon los resultados obtenidos en la FIUNLZ y los alcanzados a nivel nacional. (Tabla 8 y Gráfico 3)

Tabla 8: Comparación entre los resultados obtenidos en la FIUNLZ y a nivel nacional (a nivel porcentual)

| Unidad                  | Respuestas  | FIUNLZ     | Nacional    |
|-------------------------|-------------|------------|-------------|
| <b>UNIDAD 1</b>         | Correctas   | 20%        | 22,90%      |
|                         | Incorrectas | 80%        | 77,10%      |
| <b>UNIDAD 2</b>         | Correctas   | 31%        | 36,90%      |
|                         | Incorrectas | 69%        | 63,10%      |
| <b>UNIDAD 3</b>         | Correctas   | 32%        | 33,10%      |
|                         | Incorrectas | 68%        | 66,90%      |
| <b>UNIDAD 4</b>         | Correctas   | 22%        | 30,50%      |
|                         | Incorrectas | 78%        | 69,50%      |
| <b>UNIDAD 5</b>         | Correctas   | 45%        | 38,30%      |
|                         | Incorrectas | 55%        | 61,70%      |
| <b>Total de alumnos</b> |             | <b>194</b> | <b>8451</b> |

**Gráfico 3:** Comparación entre resultados



**Fuente:** Elaboración propia

Se observa que existe una muy alta correlación entre los resultados obtenidos en la FIUNLZ ya nivel nacional (0,974). Asimismo al aplicar la prueba de Kolmogorov- Smirnov se puede considerar que no existen diferencias significativas ( $\alpha= 0,05$ ) entre los resultados obtenidos en la FIUNLZ y a nivel nacional.<sup>16</sup>

A modo de síntesis de los Análisis Multivariados aplicados es posible inferir que:

- a) Hay correlación entre la cantidad de aciertos de la Unidad 3 y de la Unidad 5. Análogamente entre los de las Unidades 1, 2 y 4
- b) Los alumnos que actualmente se encontraban cursando el Curso de ingreso al momento del TD2013 tenían aciertos en todas las unidades.
- c) Con respecto a los problemas que los alumnos tenían que realizar se observan dos tipologías

**Tabla 9: Tipología de los problemas**

| Tipo I  | Tipo II  |
|---|--|
| Aplica fórmulas<br>Tienen enunciado textual<br>Tiene gráfico<br>Aplica definiciones | Tienen expresiones algebraicas<br>Aplica propiedades |

<sup>16</sup> Resulta importante destacar que si bien se disponían para la investigación de los datos de los ingresantes de todo el país, el CONFEDI consideró oportuno que se analizaran solamente los resultados de la Unidad académica de pertenencia del investigador.

Realiza operaciones numéricas

d) Con respecto a los errores que los alumnos cometen al que realizar el TD 2013 se observan tres tipologías

**Tabla 10: Tipología de los errores**

| Tipo I  | Tipo II                   | Tipo III  |
|---|---------------------------|---|
| Aplicación de reglas o estrategias irrelevantes | Dificultades del lenguaje | Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos<br>Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento<br>Dificultades para obtener información espacial |

e) Al relacionar la ocurrencia del error con los tipos de problemas propuestos se observan dos tipologías

**Tabla 11: Tipología de los problemas y ocurrencia del error**

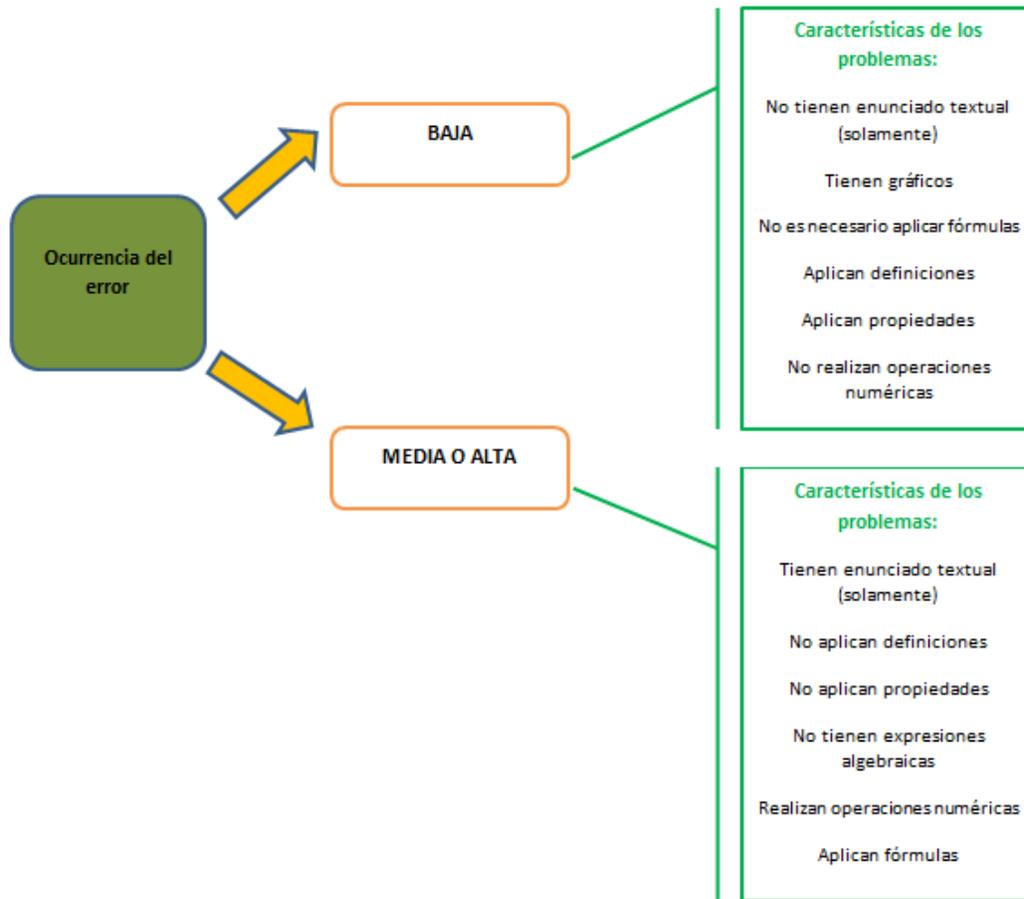
|                           | Tipo I   | Tipo II  |
|---------------------------|--|--|
|                           | Ocurrencia del error : BAJA  | Ocurrencia del error: ALTA o MEDIA   |
| <b>Tipos de problemas</b> | No tienen enunciado textual (solamente)<br>Tienen gráficos<br>No es necesario aplicar fórmulas<br>Aplican definiciones<br>Aplican propiedades<br>No realizan operaciones numéricas | Tienen enunciado textual (solamente)<br>No aplican definiciones<br>No aplican propiedades<br>No tienen expresiones algebraicas<br>Realizan operaciones numéricas<br>Aplican fórmulas |

El Análisis Factorial realizado permite corroborar una de las hipótesis de trabajo

*Hipótesis 2: La ocurrencia de los errores que cometen los alumnos en el Test Diagnóstico está relacionada con el tipo de problema que se le presenta para resolver.*

Ya que la ocurrencia del error Baja se relaciona con los problemas del Tipo I, mientras que la Ocurrencia del error Media o Alta se relaciona con los problemas del Tipo II.

Gráfico 4: Relación entre ocurrencia de errores y tipo de problema



Fuente: Elaboración propia

### Conclusión

Frente a lo analizado en la presente investigación surgen interrogantes que podrían abrir camino a futuras líneas de trabajo.

En el marco del Programa Estratégico de Formación de Ingenieros (PEFI), lanzado en noviembre de 2012, el Test diagnóstico (TD) se incluye en el eje Mejoramiento de los indicadores académicos.

Para el cumplimiento del objetivo de llevar la cantidad de ingenieros a la proporción 1 cada 4000 habitantes al 2021, la identificación de un modelo en el que se corrobora la relación entre ocurrencia del error y tipo de problema que se le propone a los alumnos, llevaría a trabajar en dos direcciones. Por un lado, acciones para mejorar la formación docente y por el otro, facilitar el tránsito de los alumnos entre el secundario y las carreras científicas y tecnológicas.

Los nuevos escenarios de aprendizaje, implican modificaciones en la formación docente tanto en contenidos como en metodología (Salinas, 2008). Una mirada crítica sobre las propias prácticas, junto con una revisión profunda y sistemática de los contenidos se hacen necesarias dentro de la práctica docente. En este sentido, la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU) y el Instituto Nacional de Formación Docente (INFD) propician proyectos de articulación entre las universidades, institutos de formación docente y escuelas secundarias.

Por otra parte, el Instituto Nacional de Educación Tecnológica (INET) va a implementar un Test diagnóstico, con la misma metodología que la utilizada en el TD 2013, al finalizar cada uno de los ciclos de la escuela técnica. De la comparación entre los resultados será posible desarrollar estrategias de articulación que faciliten el pasaje de la escuela media a la universidad.

Al momento actual se han implementado los TD 2014 y TD 2015, con resultados similares al TD 2013.

## Bibliografía

BACHELARD, G. (1988) *La formación del espíritu científico*. México: Siglo XXI

*Competencias requeridas para el Ingreso a los Estudios Universitarios*. Documento elaborado a partir de las propuestas presentadas por las siguientes Asociaciones, Consejos, Entes, Redes y Foros de Decanos: AUDEAS, CONADEV, CONFEDI, CUCEN, ECUAFyB, FODEQUI y RED UNCI. 2009. pp.5

En: <http://www.confedi.org.ar/content/competencias-de-ingreso> [Consultado 08/02/2014]

CHARNAY, R. (1988) *Aprender (por medio de) la resolución de problemas*. En: Parra, C. & Saiz, I. (Comp). *Didáctica de matemáticas. Aportes y reflexiones*. Buenos Aires: Paidós. Cap III, pp.51-63

CHEVALLARD, Y. (1997). *La transposición didáctica*. Buenos Aires: Editorial Aique.

DEL PUERTO, S. ; MINNAARD, C. & SEMINARA, S. (2006) *Análisis de los errores: una valiosa fuente de información acerca del aprendizaje de las Matemáticas*. Revista Iberoamericana de Educación. Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) En: <http://www.rieoei.org/1285.htm> [Consultado el 10/02/2014]

DÍAZ, E. (2010). *Entre la tecnociencia y el deseo. La construcción de una epistemología ampliada*. Editorial Biblos.

Indicadores de Titulados de Grado. Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT). En: <http://www.ricyt.org/indicadores> [consultado 04/01/2014]

Informe del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) a la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU) sobre el Test Diagnóstico a Ingresantes de carreras de Ingeniería 2013 (TD)

del PUERTO, S. ; MINNAARD, C. & SEMINARA, S. (2007). *Identificación y análisis de los errores cometidos por los alumnos en Estadística descriptiva*. Revista Iberoamericana de Educación, Organización de los Estados Iberoamericanos (OEI). En: <http://www.rieoei.org/expe/1729Puerto.pdf> [consultado: 20/10/2015]

MINNAARD, C.; del PUERTO, S. & SEMINARA, S. (2007). *Identificación y clasificación de los errores cometidos por los alumnos en el aprendizaje del Álgebra y la Geometría Analítica*. Revista Elementos de Matemática Volumen XIX, Número LXXVI, Septiembre 2007. pp13 – 19.

MINNAARD, C. ; del PUERTO, S. & SEMINARA, S. (2006). *Análisis de los errores: una valiosa fuente de información acerca del aprendizaje de las matemáticas*. Revista Iberoamericana de Educación, Organización de los Estados Iberoamericanos (OEI). En : <http://www.rieoei.org/1285.htm> [consultado: 20/10/2015]

MINNAARD, C.; del PUERTO S. & SEMINARA S. (2008). *Identificación y Análisis de los errores en Estadística Descriptiva*. Actas de la 1° Semana Internacional de la Estadística y la Probabilidad, Puebla, México.

MOMBRÚ, A. & MARGETIC, A. (2013) *El hacedor de tesis*. Avellaneda, L.J.C. Ediciones.

PLAZAOLA, M. (2011) *Actividades de evaluación en Plataformas Moodle*. Net Learning. En: <http://www.net-learning.com.ar/> [consultado el 01/02/2014]

POCHULU, M. D. (2005) *Análisis y categorización de errores en el aprendizaje de la matemática en alumnos que ingresan a la universidad*. Revista Iberoamericana de Educación. Organización de Estados Iberoamericanos. N° 35/4. En: [http://www.rieoei.org/did\\_mat28.htm](http://www.rieoei.org/did_mat28.htm) [consultado: 11/09/2013]

PRIGOGINE, I. (1996). *El fin de las certidumbres*, Santiago de Chile, Andrés Bello.

Programa Estratégico para la Formación de Ingenieros (PEFI) 2012-2016. En: [http://pefi.siu.edu.ar/aplicacion.php?ah=st530a7badf1bbc&ai=contenidos|19000030&id\\_idioma=2&id\\_menu=18](http://pefi.siu.edu.ar/aplicacion.php?ah=st530a7badf1bbc&ai=contenidos|19000030&id_idioma=2&id_menu=18) [Consultado: 23/02/2014]

RADILLO ENRIQUEZ, M. & HUERTA VARELA, S. (2007). *Obstáculos en el aprendizaje de la Geometría euclídea, relacionados con la traducción entre códigos del lenguaje matemático*. Experiencias, propuestas y reflexiones para la clase de matemática. Raquel Abrate y Marcel Pochulu (Comp). Universidad Nacional de Villa María Córdoba

RICO, L. (1995) *Errores y dificultades en el aprendizaje de las Matemáticas*, cap. 3. pp. 69-108, en KILPATRIK, J.; GÓMEZ, P., y RICO, L.: Educación Matemática. Grupo Editorial Iberoamérica, Méjico.

RICO, L. (2006) *Marco teórico de evaluación en PISA sobre matemáticas y resolución de problemas*. Revista de Educación, extraordinario 2006, pp. 275-294

SALINAS, J. (2008). *Nuevos escenarios de aprendizaje*. En: <http://tecnologiaedu.us.es/formaytrabajo/Documentos/lin7sal.pdf>[Consultado: 22/07/2015]

SOCAS, M. (1997) *Dificultades, obstáculos y errores en el aprendizaje de las Matemáticas en la Educación Secundaria*, cap. 5., pp. 125-154, en RICO, L., y otros: La Educación Matemática en la Enseñanza Secundaria. Ed. Horsori, Barcelona.

SOCAS, M. (2008) *Dificultades y errores en el aprendizaje de las matemáticas. Análisis desde el enfoque lógico semiótico*. Universidad de La Laguna, España. En: [http://funes.uniandes.edu.co/1247/1/Socas2008Dificultades\\_SEIEM\\_19.pdf](http://funes.uniandes.edu.co/1247/1/Socas2008Dificultades_SEIEM_19.pdf)[consultado: 14/02/2015]

TOBÓN, S. (2006). *Formación basada en competencias. Pensamiento complejo, diseño curricular y didáctica*. 2 ed. Bogotá: ECOE Ediciones.

YNOUB, R. (2007) *El Proyecto y la metodología de la investigación*. Buenos Aires, Ed. CengageLearning. Cap. VI.

YNOUB, R. (2011). *El "diseño de la investigación" una cuestión de estrategia*. Material de la cátedra Metodología de la Investigación Científica. Universidad Nacional de Lanús.

