



Universidad Nacional de Lanús
Departamento de Artes y Humanidades
Maestría en Metodología de la
Investigación Científica

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

Autor: Claudia Lilia Minnaard
Directora: Dra. Vivian Aurelia Minnaard
Codirector: Mg. Ing. Juan Santiago Pavlicevic

Lanús, Agosto de 2014

*A Lilia y a Juan por estar siempre ahí
para acompañarme y alentarme.
A Romi y a Nico mis mejores creaciones.*



Agradecimientos

A todos los docentes de la Maestría en Metodología de la Investigación Científica que han compartido generosamente sus conocimientos, posibilitando ampliar la mirada hacia temas sobre los que hasta ahora no había reflexionado.

Muy especialmente a la Dra. Esther Díaz que hizo crecer en nosotros “alitas para volar”.

A mi directora de tesis, la Dra. Vivian Minnaard, y a la Arq. Yanina Minnaard por ayudarme siempre a caminar por la vida con su apoyo incondicional.

A mi compañera y amiga, la Dra. Marta Comoglio por sus acertadas sugerencias, por acercarme bibliografía ampliatoria, por permitir y alentar mi desarrollo profesional.

A mi codirector de tesis, el Mg. Ing. Juan Pavlicevic por aportarme su mirada ingenieril necesaria para el desarrollo de la tesis.

A todos mis compañeros del Instituto de Investigaciones de Tecnología y Educación, que con el asesoramiento y apoyo de su director el Dr. Ing. Oscar Pascal, los aportes comunicacionales de la Mg. Noelia Morrongiello, junto con el trabajo colaborativo de sus integrantes ha permitido el crecimiento intelectual y personal de cada uno de los que lo forman.

A Juan por su paciencia y acompañamiento en cada uno de mis sueños.

Índice General

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1 - EL PROGRAMA ESTRATÉGICO DE FORMACIÓN DE INGENIEROS Y EL TEST DIAGNÓSTICO A INGRESANTES DE CARRERAS DE INGENIERÍA 2013- CONTEXTO NACIONAL	8
1.1 El escenario del desarrollo sustentable	8
1.2 Programa Estratégico para la Formación de Ingenieros.....	11
1.3Objetivos de cada uno de los Ejes	12
1.3.1Eje 1: Mejora de los indicadores académicos	12
1.3.2 Eje 2: El aporte de la universidad al desarrollo territorial sostenido.....	13
1.3.3 Eje 3: Internacionalización de la Ingeniería.....	15
1.4 El Test Diagnóstico a ingresantes de carreras de ingeniería 2013	17
1.5 Distribución de estudiantes participantes en el Test diagnóstico 2013 por provincia ..	24
1.4.1 Distribución por Institución/ Unidad Académica.....	26
1.4.2 Distribución por Año de egreso del secundario	28
1.4.3 Cantidad de estudiantes participantes del Test diagnóstico 2013 que aprobaron el curso de ingreso a la facultad	29
1.4.4 Cantidad de estudiantes participantes que recibieron apoyo al ingreso.....	30
1.5 El Test Diagnóstico en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora	31
CAPÍTULO 2 - LAS COMPETENCIAS EN LA FORMACIÓN DEL INGENIERO	34
2.1 Introducción	34
2.2 La competencia como un potencial de conductas adaptadas a una situación	35
2.3 Competencias genéricas y sus correspondientes capacidades asociadas integradas.....	41
2.4 Competencias de acceso a las carreras de Ingeniería	42
CAPÍTULO 3 - ERRORES EN EL APRENDIZAJE DE LA MATEMATICA.....	46
3.1 Introducción	46
3.2 Fundamentos epistemológicos.....	50
3.3 Errores en Matemática	55
3.4 Nuevas perspectivas en el tratamiento de los errores.....	61
3.5 Capacidades, competencias y tareas	63
CAPÍTULO 4 - DISEÑO METODOLÓGICO	70
4.1 La perspectiva metodológica del presente estudio.....	70
4.2 El sistema de matrices de datos	74

ANÁLISIS UNIVARIADO	81
5.1 PERFIL DE LOS ALUMNOS INGRESANTES	81
5.1.1 Carrera en la que se inscribió.....	81
5.1.2 Estudios previos	81
5.1.2.1 Escuela de procedencia.....	81
5.1.2.3 Tipo de escuela de la que egresó	84
5.1.2.4 Año de egreso del secundario	85
5.1.2.5 Duración de la escuela media	86
5.1.2.6 Realización del curso de ingreso	86
5.1.3 Situación laboral.....	86
5.1.3.1 Condición frente al trabajo	86
5.1.3.2 Intensidad horaria de la jornada laboral.....	87
5.1.4 Diagnóstico de la competencia en función de la cantidad de ejercicios bien resueltos	88
5.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS EXÁMENES (TEST DIAGNÓSTICO)	90
5.2.1 Tipo de problema	90
5.2.1.1 Distribución de los problemas por unidad temática y por eje	91
5.2.2 Rendimiento académico	96
5.2.2.1 Cantidad de problemas bien resueltos por Unidad temática	96
5.2.2.2 Tipo de error por Unidad temática.....	101
5.3 Ocurrencia de cada uno de los Tipos de errores	114
5.3.1 Dificultades del lenguaje	114
5.3.2 Dificultades para obtener información espacial.....	115
5.3.3 Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos.....	116
5.3.4 Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento.....	117
5.3.5 Aplicación de reglas o estrategias irrelevantes	118
ANÁLISIS BIVARIADO	119
5.4 Relación entre el Tipo de problema y la Frecuencia del error	119
5.4.1 Problemas en los que se aplican definiciones/ Frecuencia del error	119
5.4.2 Problemas en los que se aplican propiedades/ Frecuencia del error.....	120
5.4.3 Problemas en los que realiza operaciones numéricas/ Frecuencia del error	121
5.4.4 Problemas que tienen gráficos/ Frecuencia del error	122
5.4.5 Problemas que tienen expresiones algebraicas/ Frecuencia del error.....	123

5.4.6	Problemas que aplican fórmulas/ Frecuencia del error	124
5.4.7	Problemas que tienen enunciado textual/ Frecuencia del error	125
5.5	Relación entre el Tipo de problema y Resultado más frecuente del problema.....	127
5.5.1	Problemas en los que se aplican definiciones/ Resultado más frecuente del problema	127
5.5.2	Problemas en los que se aplican propiedades/ Resultado más frecuente del problema	128
5.5.3	Problemas en los que se realizan operaciones numéricas/ Resultado más frecuente del problema.....	129
5.5.4	Problemas que tienen gráfico/ Resultado más frecuente del problema	130
5.5.6	Problemas que tienen expresiones algebraicas/ Resultado más frecuente del problema	131
5.5.7	Problemas que aplican fórmulas/ Resultado más frecuente del problema.....	132
5.5.8	Problemas que tienen enunciado textual/ Resultado más frecuente del problema	133
5.6	Relación entre las variables Procedencia de escuela técnica y cantidad de aciertos en el Test	135
5.6.1	Relación entre las variables Procedencia de escuela técnica y Resolución correcta del ejercicio de Trigonometría (Unidad 4)	135
5.7	Relación entre las variables Relación con respecto al trabajo y Cantidad de aciertos	136
5.7.1	Relación entre las variables Relación con respecto al trabajo (trabaja o no) y Resolución correcta del ejercicio de Trigonometría (Unidad 4)	137
5.8	Relación entre las variables Recibió apoyo en el ingreso y Cantidad de aciertos en el Test	138
5.8.1	Relación entre las variables Recibió apoyo en el ingreso y Cantidad de aciertos en la Unidad 1	138
5.8.2	Relación entre las variables Recibió apoyo en el ingreso y Cantidad de aciertos en la Unidad 2	139
5.8.3	Relación entre las variables Recibió apoyo en el ingreso y Cantidad de aciertos en la Unidad 3	140
5.8.4	Relación entre las variables Recibió apoyo en el ingreso y Cantidad de aciertos en la Unidad 4	141
5.8.5	Relación entre las variables Recibió apoyo en el ingreso y Cantidad de aciertos en la Unidad 5	142
5.9	Relación entre Año de egreso secundario y Cantidad de aciertos en el Test	144
5.9.1	Relación entre Año de egreso secundario y Cantidad de aciertos en la Unidad 1	144

5.9.2	Relación entre Año de egreso secundario y Cantidad de aciertos en la Unidad 2	146
5.9.3	Relación entre Año de egreso secundario y Cantidad de aciertos en la Unidad 3	148
5.9.4	Relación entre Año de egreso secundario y Cantidad de aciertos en la Unidad 4	150
5.9.5	Relación entre Año de egreso secundario y Cantidad de aciertos en la Unidad 5	152
ANÁLISIS MULTIVARIADO		155
5.10	Cantidad de aciertos en las distintas unidades (Análisis factorial de componentes principales).....	155
5.11	Cantidad de aciertos en las distintas unidades y Recibió apoyo en el ingreso (Análisis Factorial de Correspondencias Múltiples)	157
5.12	Tipos de problemas (Análisis factorial de componentes principales)	161
5.13	Tipos de errores (Análisis factorial de componentes principales).....	163
5.14	Tipos de problemas – Ocurrencia de error (Análisis Factorial de Correspondencias múltiples)	165
CONCLUSIONES		173
LINEAS DE TRABAJO FUTURAS		185
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		186

Índice de Tablas

Tabla 1 Escenario de desarrollo sustentable de la Argentina posible.....	1
Tabla 2 Unidades testeadas	20
Tabla 3 Distribución de alumnos participantes por provincias.	24
Tabla 4 Distribución de alumnos participantes por Institución/Unidad Académica	26
Tabla 5 Distribución de alumnos participantes por Año de egreso del secundario	28
Tabla 6 Situación de alumnos participantes con respecto al curso de ingreso	29
Tabla 7 Situación de alumnos participantes con respecto al apoyo en curso de ingreso	30
Tabla 8 Variables encuestadas.....	33
Tabla 9 Conceptualizaciones de competencia.	36
Tabla 10 Dimensiones de la competencia	37
Tabla 11 Competencias genéricas tecnológicas del perfil del ingeniero	41
Tabla 12 Competencias genéricas sociales, políticas y actitudinales del perfil del ingeniero	41
Tabla 13 Aportes en el estudio de errores	48
Tabla 14 Clasificación de los errores	57
Tabla 15 Indicadores que caracterizan las tareas según categorías.....	65
Tabla 16 Unidades testeadas	80
Tabla 17 Distribución de los alumnos por carrera en la que se inscribieron.....	81
Tabla 18 Distribución de los alumnos por escuela de procedencia.....	81
Tabla 19 Distribución de los alumnos de acuerdo al Tipo de escuela de la que egresó	85
Tabla 20 Distribución de los alumnos de acuerdo al año de egreso del secundario	86
Tabla 21 Distribución de los alumnos de acuerdo a la duración de la escuela media	86
Tabla 22 Distribución de los alumnos de acuerdo a la realización del curso de ingreso	86
Tabla 23 Distribución de los alumnos de acuerdo a su situación laboral.....	86
Tabla 24 Intensidad de la jornada laboral.....	87
Tabla 25 Clasificación por cantidad de ejercicios bien resueltos.....	88
Tabla 26 Clasificación de los problemas propuestos	90
Tabla 27 Distribución de los problemas propuestos para la Unidad 1.	91
Tabla 28 Distribución de los problemas propuestos para la Unidad 2	92
Tabla 29 Distribución de los problemas propuestos para la Unidad 3	93
Tabla 30 Distribución de los problemas propuestos para la Unidad 4	94
Tabla 31 Distribución de los problemas propuestos para la Unidad 5	95
Tabla 32 Cantidad de problemas bien resueltos Unidad 1 por eje temático.....	96
Tabla 33 Cantidad de problemas bien resueltos Unidad 2 por eje temático.....	97
Tabla 34 Cantidad de problemas bien resueltos Unidad 3 por eje temático.....	98
Tabla 35 Cantidad de problemas bien resueltos Unidad 4 por eje temático.....	99
Tabla 36 Cantidad de problemas bien resueltos Unidad 5 por eje temático.....	100

Tabla 37 Tipo de errores en la Unidad 1	101
Tabla 38 Tipo de errores en la Unidad 2	103
Tabla 39 Tipo de errores en la Unidad 3	105
Tabla 40 Tipo de errores en la Unidad 4	107
Tabla 41 Tipo de errores en la Unidad 5	109
Tabla 42 Errores de acuerdo a las distintas Unidades temáticas	111
Tabla 43 Matriz de correlación de Pearson	113
Tabla 44 Errores relacionados con las dificultades del lenguaje.....	114
Tabla 45 Errores relacionados con las dificultades para obtener información espacial	115
Tabla 46 Aprendizajes deficientes de hechos, destrezas y conceptos previos.....	116
Tabla 47 Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento.....	117
Tabla 48 Aplicación de reglas o estrategias irrelevantes	118
Tabla 49 Prueba de independencia	119
Tabla 50 Prueba de independencia	120
Tabla 51 Prueba de independencia	121
Tabla 52 Prueba de independencia	122
Tabla 53 Prueba de independencia	123
Tabla 54 Prueba de independencia	124
Tabla 55 Prueba de independencia	125
Tabla 56 Síntesis de las relaciones entre las variables.....	126
Tabla 57 Prueba de independencia	127
Tabla 58 Prueba de independencia	128
Tabla 59 Prueba de independencia	129
Tabla 60 Prueba de independencia	130
Tabla 61 Prueba de independencia	131
Tabla 62 Prueba de independencia	132
Tabla 63 Prueba de independencia	134
Tabla 64 Síntesis de las relaciones entre las variables.....	135
Tabla 65 Prueba de independencia	135
Tabla 66 Prueba de independencia	136
Tabla 67 Síntesis de las relaciones entre las variables.....	136
Tabla 68 Prueba de independencia	137
Tabla 69 Prueba de independencia	137
Tabla 70 Síntesis de las relaciones entre las variables.....	138
Tabla 71 Prueba de independencia	138
Tabla 72 Prueba de independencia	139
Tabla 73 Prueba de independencia	140

Tabla 74 Prueba de independencia	141
Tabla 75 Prueba de independencia	142
Tabla 76 Síntesis de las relaciones entre las variables	143
Tabla 77 Prueba de independencia	144
Tabla 78 Prueba de independencia	146
Tabla 79 Prueba de independencia	148
Tabla 80 Prueba de independencia	150
Tabla 81 Prueba de independencia	152
Tabla 82 Síntesis de las relaciones entre las variables	154
Tabla 83 Estadísticas simples	155
Tabla 84 Matriz de correlación.....	155
Tabla 85 Valores propios	156
Tabla 86 Estadísticas simples.....	157
Tabla 87 Tabla de Burt.....	158
Tabla 88 Valores propios	159
Tabla 89 Estadísticas simples.....	161
Tabla 90 Matriz de correlación.....	161
Tabla 91 Valores propios	162
Tabla 92 Estadísticas simples.....	163
Tabla 93 Matriz de correlación.....	163
Tabla 94 Valores propios	164
Tabla 95 Estadísticas simples.....	165
Tabla 96 Tabla de Burt.....	166
Tabla 97 Valores propios	167
Tabla 98 Comparación entre resultados	168
Tabla 99 Matriz de correlación de Pearson	170
Tabla 100 Prueba de Kolmogorov-Smirnov.....	170

Índice de Gráficos

Gráfico 1 Evolución de la cantidad de graduados en ingeniería- Período 1990-2011.....	1
Gráfico 2 Desafíos, Objetivos estratégicos y Metas cuantitativas del plan estratégico	10
Gráfico 3 Ejes prioritarios PEFI.....	11
Gráfico 4 Objetivos correspondientes al Eje 1: Mejoramiento de los indicadores académicos	12
Gráfico 5 Objetivos correspondientes al Eje 2: El aporte de la universidad al desarrollo territorial sostenible.....	14

Gráfico 6 Objetivos correspondientes al Eje 3: Internacionalización de la Ingeniería Argentina.....	16
Gráfico 7 Distribución de alumnos participantes por provincias	25
Gráfico 8 Distribución de alumnos participantes por Año de egreso del secundario.....	29
Gráfico 9 Situación de alumnos participantes con respecto al curso de ingreso	30
Gráfico 10 Situación de alumnos participantes con respecto al apoyo en curso de ingreso	31
Gráfico 11 Competencias de acceso	42
Gráfico 12 Fases de los estudios del desarrollo cognitivo	51
Gráfico 13 Componentes y facetas de la cognición en matemática	52
Gráfico 14 Origen de los errores	62
Gráfico 15 Relaciones de la noción capacidad	63
Gráfico 16 Relaciones entre competencias, capacidades y tareas	64
Gráfico 17 Modelo que sintetiza las actividades del álgebra	66
Gráfico 18 Los contextos de representación en la actividad matemática	67
Gráfico 19 Alternancia entre conversión y tratamiento	68
Gráfico 20 Conversión entre la representación gráfica y la notación algebraica	69
Gráfico 21 Distribución de los alumnos de acuerdo al año de egreso del secundario	85
Gráfico 22 Boxplot de la distribución de los alumnos	87
Gráfico 23 Scattergram	88
Gráfico 24 Clasificación por cantidad de ejercicios bien resueltos.....	89
Gráfico 25 Distribución de los problemas propuestos para la Unidad 1	91
Gráfico 26 Distribución de los problemas propuestos para la Unidad 2	92
Gráfico 27 Distribución de los problemas propuestos para la Unidad 3	93
Gráfico 28 Distribución de los problemas propuestos para la Unidad 4	94
Gráfico 29 Distribución de los problemas propuestos para la Unidad 5	95
Gráfico 30 Errores de acuerdo a las distintas Unidades temáticas	112
Gráfico 31 Errores relacionados con las dificultades del lenguaje.....	114
Gráfico 32 Errores relacionados con las dificultades para obtener información espacial	115
Gráfico 33 Aprendizajes deficientes de hechos, destrezas y conceptos previos	116
Gráfico 34 Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento.....	117
Gráfico 35 Aplicación de reglas o estrategias irrelevantes	118
Gráfico 36 Vista 3D de la tabla de contingencia	120
Gráfico 37 Vista 3D de la tabla de contingencia	121
Gráfico 38 Vista 3D de la tabla de contingencia	122
Gráfico 39 Vista 3D de la tabla de contingencia	123
Gráfico 40 Vista 3D de la tabla de contingencia	124

Gráfico 41 Vista 3D de la tabla de contingencia	125
Gráfico 42 Vista 3D de la tabla de contingencia	126
Gráfico 43 Vista 3D de la tabla de contingencia	128
Gráfico 44 Vista 3D de la tabla de contingencia	129
Gráfico 45 Vista 3D de la tabla de contingencia	130
Gráfico 46 Vista 3D de la tabla de contingencia	131
Gráfico 47 Vista 3D de la tabla de contingencia	132
Gráfico 48 Vista 3D de la tabla de contingencia	133
Gráfico 49 Vista 3D de la tabla de contingencia	134
Gráfico 50 Vista 3D de la tabla de contingencia	139
Gráfico 51 Vista 3D de la tabla de contingencia	140
Gráfico 52 Vista 3D de la tabla de contingencia	141
Gráfico 53 Vista 3D de la tabla de contingencia	142
Gráfico 54 Vista 3D de la tabla de contingencia	143
Gráfico 55 Vista 3D de la tabla de contingencia	145
Gráfico 56 Vista 3D de la tabla de contingencia	147
Gráfico 57 Vista 3D de la tabla de contingencia	149
Gráfico 58 Vista 3D de la tabla de contingencia	151
Gráfico 59 Vista 3D de la tabla de contingencia	153
Gráfico 60 Screeplot	156
Gráfico 61 Gráfico simétrico	156
Gráfico 62 Gráfico simétrico	160
Gráfico 63 Screeplot	162
Gráfico 64 Gráfico simétrico	162
Gráfico 65 Screeplot	164
Gráfico 66 Gráfico simétrico	164
Gráfico 67 Screeplot	168
Gráfico 68 Gráfico simétrico	168
Gráfico 69 Comparación entre resultados	169
Gráfico 70 Relación entre tipología de errores e incidencia por unidad	183
Gráfico 71 Relación entre ocurrencia de errores y tipo de problema	184

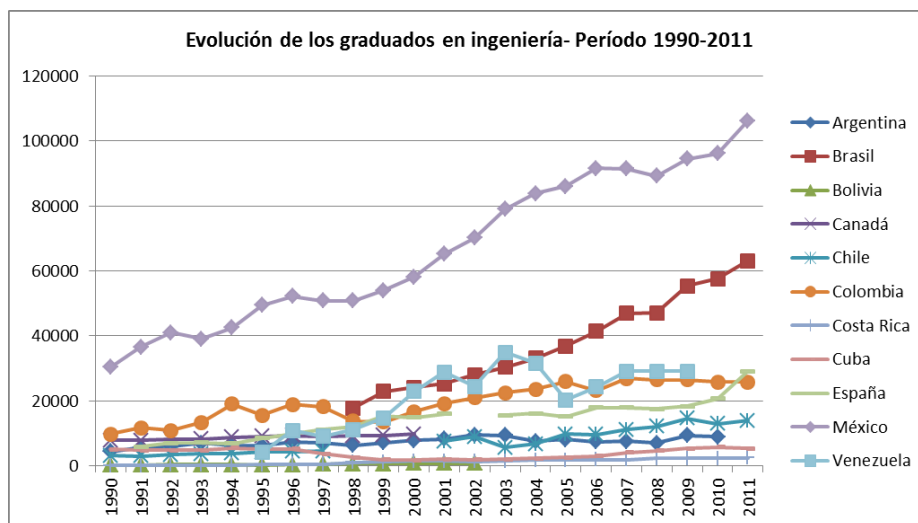
Índice de Imágenes

Imagen 1 Mensaje de bienvenida al Test diagnóstico.....	21
Imagen 2 Datos de contexto pedido a los estudiantes.....	22
Imagen 3 Presentación de uno de los problemas del Test diagnóstico.....	23
Imagen 4 Respuesta que reciben los estudiantes en su mail con respecto a su desempeño en el Test diagnóstico.....	24
Imagen 5 Campus de la Facultad de Ingeniería de la UNLZ.....	32
Imagen 6 Ejercicio 10 de la Unidad 1(Números reales).....	175
Imagen 7 Ejercicio 10 de la Unidad 2(Ecuaciones).....	176
Imagen 8 Ejercicio 1 de la Unidad 3 (Funciones).....	177
Imagen 9 Ejercicio 4 de la Unidad 4 (Relaciones trigonométricas en un triángulo rectángulo)..	178
Imagen 10 Ejercicio 9 de la Unidad 5 (Polinomios).....	179

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 habitantes¹. 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).² (Gráfico 1)

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



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

¹ 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 [Consultado 04/02/2014]

² 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]

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 documento³ 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 consolidación⁴ (CONFEDI, 2009)

Dentro de las competencias básicas solicitadas se ha detectado que los alumnos ingresantes tienen “*habilidades matemáticas poco desarrolladas para responder a los*

³Documento 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

⁴ 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.

*requerimientos del aprendizaje de la educación superior*⁵”. Con el fin de obtener información el CONFEDI decidió realizar un Test Diagnóstico⁶ 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 ocurrencia del error, el tipo de problema propuesto, y el tipo de institución educativa de la que proviene?

El Objetivo Principal que se plantea es:

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.

Siendo los Objetivos secundarios los siguientes:

- Identificar los errores cometidos por los alumnos ingresantes, clasificándolos según criterios
- Analizar los ejes de contenidos matemáticos que presentaron mayor dificultad
- Determinar si los errores son más frecuentes en aquellos problemas que no presentan gráficos en comparación con aquellos que si los tienen

⁵ibid

⁶ 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

- Evaluar si existe alguna relación entre el tipo de problema propuesto y el tipo de error cometido por los alumnos
- Contribuir a elaborar un modelo teórico que caracterice el tipo de errores a fin de implementar estrategias de enseñanza

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 CONFEDI⁷. 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: Polinomios⁸. El Test fue realizado on line a través de un software diseñado para este propósito⁹.

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. La unidad de análisis es cada uno de los 198 exámenes de los alumnos ingresantes. Las variables sujetas a estudio son: Año de egreso del secundario, Asistencia a curso de apoyo previo al Test Diagnóstico, Escuela de procedencia¹⁰, Tipo de problema, Tipo de error, Ocurrencia del error.

Las herramientas estadísticas utilizadas para analizar los datos obtenidos son:

- Análisis Univariado: En este análisis se observan las características de cada una de las variables consideradas
- Análisis Bivariado: En este análisis se cruzan aquellas variables más significativas aplicando la prueba de Chi Cuadrado (χ^2) de independencia.
- Análisis Multivariado: (Análisis Factorial de Correspondencias Múltiples y Análisis Factorial de Componentes Principales) El análisis factorial es una técnica estadística cuyo objetivo es el descubrimiento de las dimensiones de

⁷ En el plenario de CONFEDI realizado en la ciudad de Campana el 1 y 2 de noviembre de 2012, se definieron las características más relevantes del Test Diagnóstico y su implementación. Asimismo, se aprobó un modelo tentativo.

⁸ La tarea de selección de los problemas fue coordinada por Jorge Almazán de la Universidad Nacional de Salta, YvonneEsteybar de la Universidad Nacional de San Juan y Claudia Minnaard por la Universidad Nacional de Lomas de Zamora.

⁹ 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.

¹⁰ Estas variables de contexto se encontraban en la primera pantalla del test.

variabilidad común existentes en un campo de fenómenos. Cada una de estas dimensiones de variabilidad común recibe el nombre de factor. El análisis factorial nos permite detectar la existencia de ciertos patrones subyacentes en los datos de manera que estos puedan ser reagrupados en un conjunto menor de factores o componentes.

- Prueba de Kolmogorov- Smirnov para comparar si una distribución se comporta en forma similar a otra dada. (García, R. 2006)

CAPÍTULO 1 - EL PROGRAMA ESTRATÉGICO DE FORMACIÓN DE INGENIEROS Y EL TEST DIAGNÓSTICO A INGRESANTES DE CARRERAS DE INGENIERÍA 2013-CONTEXTO NACIONAL

Empiezo a preguntarme cuantas cosas adquirirían nuevos significados si pudiera percibir las conexiones

Robert Root- Bernstein¹¹

1.1 El escenario del desarrollo sustentable

Tres son los escenarios posibles para la Argentina en los próximos años: el escenario pendular¹², el escenario de apertura compulsiva¹³ y el escenario del desarrollo sustentable que es el escenario deseable. Estos escenarios se vislumbran a partir del documento “Bases para un plan estratégico de mediano plazo en ciencia, tecnología e innovación”¹⁴. (Tabla1)

Tabla 1: Escenario de desarrollo sustentable de la Argentina posible

ESCENARIO	CARACTERÍSTICAS
DE DESARROLLO SUSTENTABLE	<p>El escenario de desarrollo sustentable es el escenario deseable. Es hacia este modelo que se orientan las decisiones y políticas para los próximos años.</p> <p>En el área económica se respalda de redefinición de Argentina en el comercio internacional a partir del acuerdo de tratados regionales e internacionales. Asimismo, se busca mano de obra calificada a fin de lograr mayor competitividad y calidad en los productos.</p> <p>Se establecen además, políticas a largo plazo en áreas tan sensibles como la ciencia y la tecnología, así como también el fomento a la innovación.</p> <p>Con respecto a la sociedad, se implementan políticas redistributivas y de protección social, en un intento de reducir la brecha en sectores menos favorecidos.</p> <p>Se implantan normativas relacionadas con el control de la</p>

¹¹Root-Bernstein, R. (1997)Discovering.inventing and solving problems at the frontiers of scientific knowledge.Replica Bookseditors.

¹²Se caracteriza por la inestabilidad de las alianzas políticas y las reglas de juego de la economía, que dan lugar a una configuración que va de un extremo a otro, sin que se registren reales avances.

¹³ Este escenario representa el modelo dominante en la década de los noventa. En él los incentivos están claros y son consistentes, se contempla la apertura de la economía como terapia de choque basada en una visión casi determinista de los procesos de globalización

¹⁴Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. En:

http://www.agencia2012.mincyt.gob.ar/convocatorias/documentosconvocatorias/plan_estrategico_bicentenario_vp_10jul.pdf [Consultado: 28/02/2014]

contaminación, así como políticas de protección de los ecosistemas.

Es de destacar el fortalecimiento de los vínculos entre la sociedad civil y el sector privado, que apunta a una recuperación del rol regulador del Estado junto con una mayor participación de los ciudadanos.

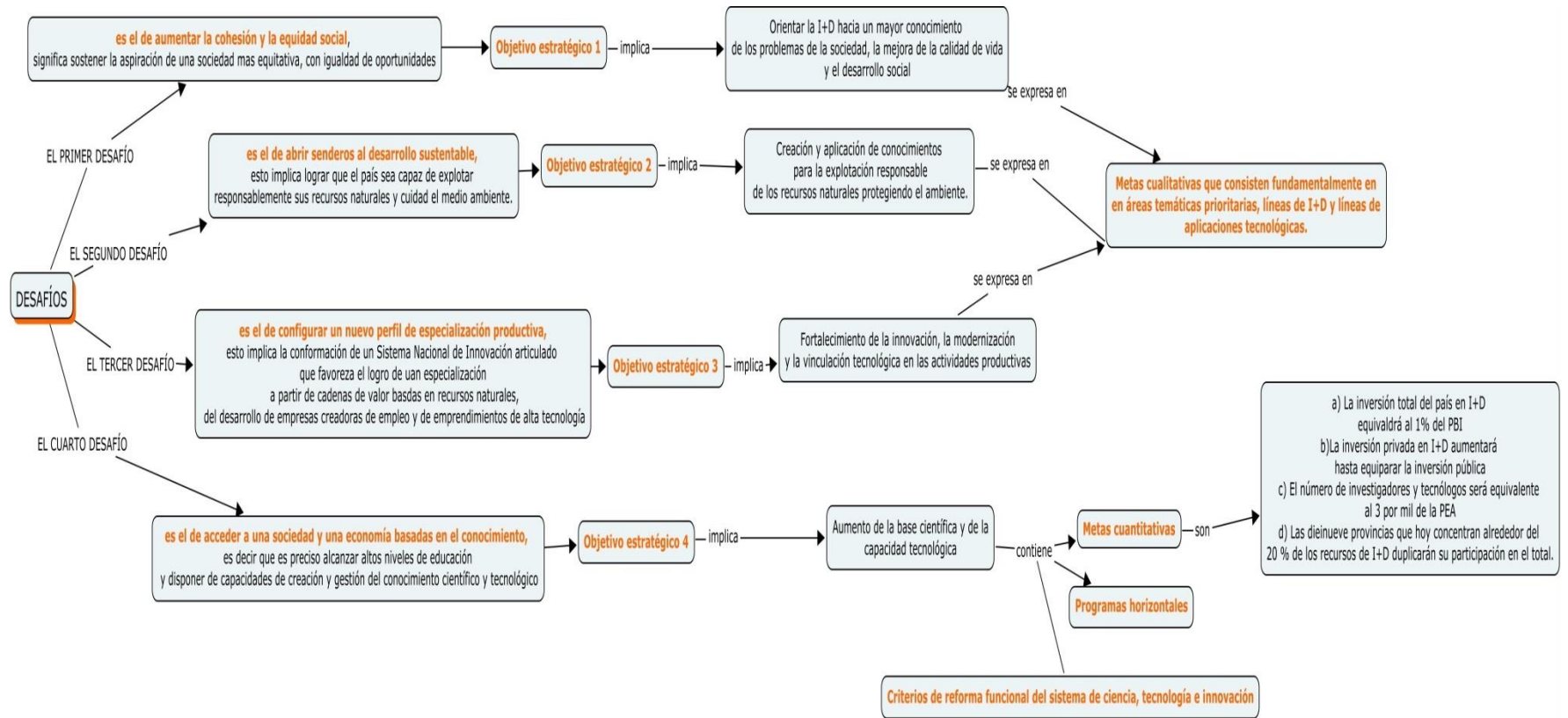
La combinación de medidas económicas adecuadas junto con un mayor estímulo al desarrollo científico y tecnológico, generan una diversificación productiva y tecnológica.

Las perspectivas para este escenario implican una fuerte economía en la que tiene un rol fundamental el conocimiento, así como el aprovechamiento responsable de los recursos, lo que produciría una mejor calidad de vida, junto con equidad social.

Fuente: Bases del Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

Una vez descritas las características del escenario es posible articular con los desafíos, objetivos estratégicos y metas cuantitativas del Plan, necesarios para alcanzar dicho escenario. El Plan identifica cuatro objetivos estratégicos primordiales. El primero de ellos es de naturaleza social y se refiere a la calidad de vida así como al desarrollo de la sociedad. El segundo objetivo hace referencia a la protección del medio ambiente, así como la utilización responsable de los recursos humanos. El tercer objetivo implica el apoyo a la innovación tanto en el área industrial como agropecuaria. Por último, el cuarto objetivo que es transversal a los anteriores y los posibilita apunta a un mayor desarrollo en ciencia y tecnología, así como la infraestructura de sostén para ambas. Es dentro de este marco general planteado para la Ciencia y la Tecnología, que el Ministerio de Educación a través de la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU) ha introducido el Plan Estratégico para la Formación de Ingenieros 2012-2016(Gráfico 2)

Gráfico 2: Desafíos, Objetivos estratégicos y Metas cuantitativas del plan estratégico



Fuente: Bases del Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

1.2 Programa Estratégico para la Formación de Ingenieros

La Secretaría de Políticas Universitarias (SPU) ha impulsado el Plan Estratégico para la Formación de Ingenieros 2012-2016 (PEFI)¹⁵. El objetivo principal del PEFI es incrementar la cantidad de graduados en ingeniería en un 50% al 2016 y en un 100% para el 2020. De esta manera se aseguran recursos humanos en cantidad y calidad necesarios para el desarrollo del país. Esta necesidad surge de la evolución de la industria, de los mercados internacionales no explotados y una creciente vinculación entre empresas y universidades.

El PEFI se desarrolla alrededor de tres ejes prioritarios (Gráfico 3)

Gráfico 3: Ejes prioritarios PEFI



Fuente: Plan estratégico de formación de ingenieros

¹⁵Programa 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 [Consultado: 23/02/2014]

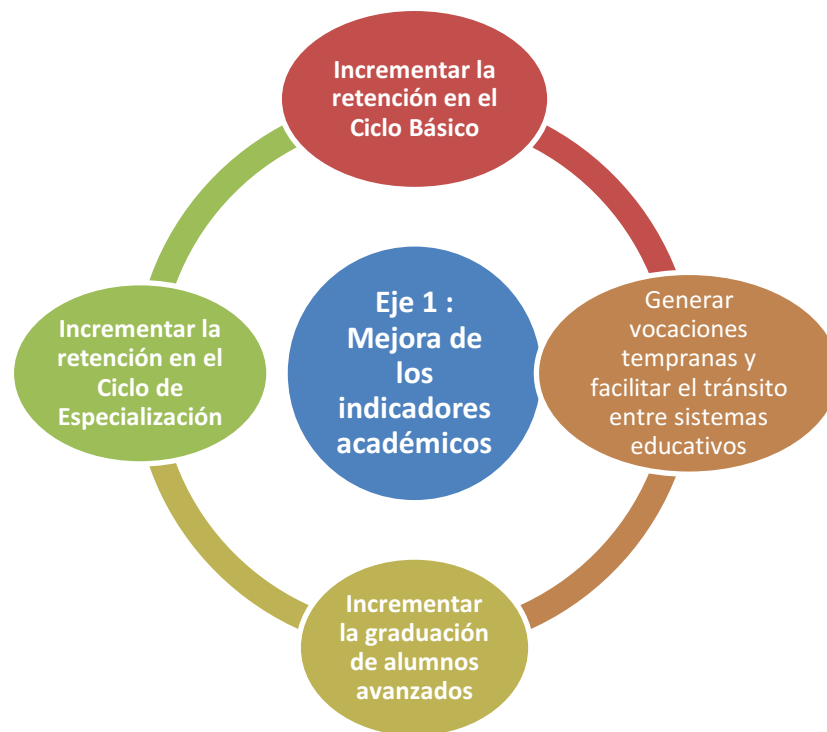
1.3 Objetivos de cada uno de los Ejes

1.3.1 Eje 1: Mejora de los indicadores académicos

Con la implementación de diversas medidas realizadas a través de los programas de mejoras académicas de la SPU, se ha incrementado la cantidad de ingenieros graduados que en 2003 era de uno cada 8000 habitantes, a una tasa en el 2009 de uno cada 6700. Sin embargo, es alto el porcentaje de estudiantes de ingeniería que no finalizan los estudios, esto se debe a que entre el 70 y el 100% consigue trabajo en su especialidad antes de recibirse. Para que Argentina logre una tasa de graduación adecuada, la relación tendría que ser de un ingeniero cada 4000 habitantes.

Es por este motivo que el Eje 1: Mejora de los indicadores académicos considera 4 objetivos: (Gráfico 4)

Gráfico 4: Objetivos correspondientes al Eje 1: Mejoramiento de los indicadores académicos



Fuente: Plan estratégico de formación de ingenieros

Con respecto al Objetivo 1: Generar Vocaciones tempranas y facilitar el tránsito entre sistemas educativos, se aspira a generar una mayor difusión de las tareas que desarrolla un ingeniero, así como mediante el trabajo conjunto entre las escuelas medias y las universidades capacitar a los docentes, de forma tal que el tránsito de un nivel a otro sea más sencillo para los estudiantes.

Los Objetivos 2 y 3: Incrementar la retención en el Ciclo Básico e Incrementar la retención en el Ciclo Superior apuntan a revertir la deserción que se observa en ambos ciclos por la alta tasa de empleabilidad de los estudiantes.

Por último, el Objetivo 4: Incrementar la graduación de los alumnos avanzados, si bien se observa un incremento en la tasa de graduación, un alto porcentaje de los estudiantes, llegando a los últimos años de su formación, comienzan a trabajar a tiempo completo, lo que provoca una disminución de su rendimiento académico y, en algunos casos, la deserción.

1.3.2 Eje 2: El aporte de la universidad al desarrollo territorial sostenido

Es a través de la ejecución de políticas específicamente delineadas, se busca alcanzar que la presencia de las universidades en la sociedad tenga un impacto que beneficie al territorio en el que se encuentra ubicada. Es decir, la planificación y los esfuerzos están orientados en asegurar los perfiles de formación y la cantidad de los recursos humanos necesarios para la consolidación de cadenas productivas de valor en el territorio

Es en este sentido que el Eje 2: El aporte de la universidad al desarrollo territorial sostenido considera 3 objetivos: (Gráfico5)

Gráfico 5: Objetivos correspondientes al Eje 2: El aporte de la universidad al desarrollo territorial sostenible



Fuente: Plan estratégico para la formación de ingenieros.

Con respecto al Objetivo 1: Puesta en marcha del Consejo Consultivo Nacional para el Desarrollo Sostenible, se busca realizar acciones atinentes a la participación de las actividades convocadas en forma conjunta por el Ministerio de Industria, en el marco del Plan Industrial 2020. Asimismo, se han firmado convenios entre el Ministerio de Educación y el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca para la puesta en marcha de acciones en el marco del Plan Agroalimentario y Agroindustrial. Cabe destacar que este plan de acción implementó la puesta en marcha el Consejo Consultivo Nacional de Educación Superior en Ingeniería para el Desarrollo Sostenible, constituido en diciembre de 2012.

El Objetivo 2: Creación de observatorios de recursos humanos con alcance territorial, busca definir las cadenas de valor dentro de cada territorio en el que se encuentran cada una de las universidades que han convenido. Con este fin, se apoyará a las universidades con el objetivo de que desarrollen capacidades técnico profesionales, a partir de metodologías consensuadas a nivel nacional.

Por último, con respecto al Objetivo 3: Fomentación de investigaciones para el desarrollo y la innovación, cabe destacar que con el fin de mejorar las investigaciones y el desarrollo de la ingeniería, se incorporaron 2.000 docentes investigadores en las facultades de ingeniería en los últimos cinco años. También, se ha puesto en marcha el Programa Doctorar que fomentará la consolidación de doctorados acreditados existentes en el área de ingeniería.

1.3.3 Eje 3: Internacionalización de la Ingeniería

El prestigio de la formación de los ingenieros graduados en las universidades argentinas, ha permitido la firma de convenios internacionales, para el apoyo de movilidad de estudiantes a universidades extranjeras, así como el reconocimiento automático de los títulos.

Es en este sentido que el Eje 3: Internacionalización de la Ingeniería considera 3 objetivos: (Gráfico 6)

Gráfico 6: Objetivos correspondientes al Eje 3: Internacionalización de la Ingeniería Argentina



Fuente: Plan estratégico para la formación de ingenieros.

El Objetivo 1: Proyectos de cooperación con países de Latinoamérica, ha sido puesto en marcha a partir de la firma de acuerdos de intercambio con otras instituciones latinoamericanas, así como la realización de proyectos estratégicos integrales que se impulsan en el MERCOSUR¹⁶, UNASUR¹⁷, IESALC¹⁸ y la Cumbre Iberoamericana¹⁹.

¹⁶El Mercosur está conformado por una serie de países que comparten valores que se reflejan en sus sociedades democráticas, pluralistas, defensoras de las libertades fundamentales, de los derechos humanos, de la protección del medio ambiente y del desarrollo sustentable, así como su compromiso con la consolidación de la democracia, la seguridad jurídica, el combate a la pobreza y el desarrollo económico y social con equidad. El MERCOSUR tiene como Estados Asociados a Chile, Colombia, Perú, Ecuador, Guyana y Surinam. En: <http://www.mercosur.int/> [Consultado: 23/02/2014]

¹⁷En 2008 surge La Unión de Naciones Suramericanas, UNASUR, como impulso a la integración regional en materia de energía, educación, salud, ambiente, infraestructura, seguridad y democracia. Sus esfuerzos están encaminados a profundizar la unión entre las naciones suramericanas, bajo el reconocimiento de sus objetivos regionales, fortalezas sociales y recursos energéticos. En: <http://www.unasursg.org/> [Consultado: 23/02/2014]

¹⁸ Instituto Internacional para la Educación Superior en América Latina y el Caribe (UNESCO Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) En: <http://www.iesalc.unesco.org.ve/> [Consultado: 27/02/2014]

El Objetivo 2: Proyectos de cooperación con países de la Unión Europea, apunta a asegurar la presencia internacional de la ingeniería argentina no solo con los diversos países latinoamericanos, sino también con el resto de los continentes, con este propósito se realizan diversas actividades en conjunto, tales como sostenimiento de los proyectos de movilidad e intercambio académico.

El Objetivo 3: Foros educativos internacionales, busca que la formación de los ingenieros responda a los estándares internacionales, con el fin de posicionar sus capacidades productivas.²⁰

En síntesis, dentro del marco del Proyecto estratégico para la Formación de Ingenieros 2012-2016, fundamentalmente en el Eje 1: Mejoramiento de los Indicadores Académicos y dentro de este eje, en el Objetivo 1: Generar Vocaciones tempranas y facilitar el tránsito entre sistemas educativos, es que se inserta el Test diagnóstico para los Ingresantes a carreras de Ingeniería 2013 (TD).

1.4 El Test Diagnóstico a ingresantes de carreras de ingeniería 2013

En el plenario de CONFEDI, realizado en la ciudad de Campana el 1 y 2 de noviembre de 2012, se definieron las características más relevantes del Test diagnóstico (TD) y su implementación. En esta primera versión del Test diagnóstico se considera evaluar el área de Matemática.

¹⁹En la **Declaración final de la I Cumbre de 1991** se consagra el reconocimiento político de la existencia de una comunidad, de un espacio común iberoamericano, al que de año en año se ha ido dotando de profundidad y contenido. En: <http://segib.org/es/node/12>[Consultado: 27/02/2014]

²⁰Cabe destacar que la Argentina, a través del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI), es vicepresidente de la Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería (ASIBEI). Además, participa como miembro plenario del Comité de Educación de la FMOI a través del Centro Argentino de Ingenieros (CAI). Otro de los importantes impulsos a la formación permanente apuntó al sostén del “WorldEngineeringEducationForum 2012”, evento llevado a cabo en Buenos Aires con la presencia de más de 1.300 autoridades, docentes y alumnos de 41 países. En: http://pefi.siu.edu.ar/aplicacion.php?ah=st530aab445dc81&ai=contenidos||19000030&id_idioma=2&id_menu=25&mapa_grande=&contacto=&mapa_del_sitio=&declaracion_legal=&id_submenu=32 [Consultado: 27/02/2014]

Se acuerda aprobar lo siguiente:

- El test diagnóstico se concibe en esta primera instancia como una prueba piloto, y no vinculante con las exigencias de ingreso de cada Facultad de Ingeniería. Sin embargo, se deja liberada a cada institución la decisión de vincularlo a las instancias de ingreso.
- Los contenidos sobre los que versa el Test diagnóstico (TD) se restringe a los núcleos de aprendizaje prioritarios del nivel secundario.
- El Test es anónimo, e incluye el requerimiento de información adicional a la prueba en sí, tal como: escuela y jurisdicción de procedencia, Universidad a la que aspira ingresar, año de egreso del Nivel Secundario, especificar si ya cursó alguna instancia de apoyo para el ingreso, consignar si tiene ya aprobado el ingreso a la institución.
- Se recomienda implementar el Test diagnóstico al inicio de los cursos de apoyo para ingreso respectivos, y a no más de una semana de desarrollo de los mismos. En caso que la unidad académica considere oportuno realizarla en otra instancia, es razonable que no sea más allá del 31 de marzo de 2013.
- Se informa a los aspirantes respecto del Test diagnóstico, su objetivo y los contenidos del mismo al comienzo del curso de ingreso, a fin de evitar el factor sorpresa que atente contra los resultados. Además, considerando que los contenidos de Matemática suelen dictarse en el Nivel Secundario hasta 3er. o, eventualmente, 4to. Año, el dar a conocer los temas a evaluar permite al alumno recordarlos y ubicarse.
- El test diagnóstico se implementa como una evaluación de opciones múltiples, y se tomará en el ámbito universitario y en ambiente controlado por docentes de la institución.
- El Test diagnóstico se realiza on-line, y se genera automáticamente para cada alumno a partir de la elección en forma aleatoria de ejercicios tomados de un banco de ejercicios.
- Para la generación del banco de ejercicios, que son de similar dificultad, se requiere la participación de todas las facultades de Ingeniería nucleadas en CONFEDI.
- Los distractores del sistema de opciones múltiples se establecen en número de 5, y se incluyen entre los mismos, respuestas tales que permitan inferir los errores más frecuentes que se suelen cometer en el tipo de ejercicio propuesto. Para cada ejercicio que proponen las facultades, se explicita el tipo de error que se ha cometido para llegar al resultado del distractor correspondiente.

- Para cada ejercicio se propone una rúbrica de corrección, que tenga relación con los errores considerados en los distractores.
- En cuanto a la devolución de los resultados, ésta no es obligatoriamente individual, dejando en libertad a cada institución al respecto.
- Se establece el compromiso de cada institución para sumarse a la implementación del Test Diagnóstico y para la utilización de los resultados internamente, con el propósito de introducir acciones de mejora tanto en los cursos de ingreso como en los cursos del primer año, retroalimentar los sistemas de tutoría, etc.²¹

A partir de estos acuerdos, las acciones desarrolladas fueron:

- Se solicitó a las facultades de Ingeniería de todo el país que enviaran propuestas de ejercicios que fueran similares al modelo aprobado en el plenario. Se decidió armar una base de datos de 10 ejercicios por unidad temática.²²
- Se solicitó el desarrollo de software que cumpliera con la propuesta. La Secretaría de políticas Universitarias (SPU) contrató un programador que desarrollara este software específico que fue desarrollado y aprobado entre diciembre de 2012 y enero de 2013.
- Se solicitó a las facultades la adhesión al Test. Se inscribieron 65, de las cuales realizaron efectivamente el test 60.
- 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 y se realizó la carga de las bases de datos de los ejercicios durante el mes de enero. Este servidor estuvo disponible de acuerdo a lo dispuesto por CONFEDI entre el 4 de febrero y el 31 de marzo de 2013.

²¹Lo expuesto anteriormente surge de las Conclusiones del Taller enviadas por CONFEDI

²²La coordinación y selección de los ejercicios fue realizada por Jorge Almazán de la Universidad Nacional de Salta, YvonneEsteybar de la Universidad Nacional de San Juan y Claudia Minnaard de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora.

Las unidades temáticas que se acordaron fueron las siguientes

Tabla 2: Unidades testeadas

UNIDAD 1:
Conjuntos Numéricos (excepto números complejos)
1er Eje: Operaciones con números reales y aplicación de propiedades (suma, producto, cociente, radicación, potenciación, logaritmo)
2do Eje: Cálculo de perímetro, área, volumen, densidad; Unidades de medida; Notación científica; Porcentaje
UNIDAD 2: Ecuaciones
1er Eje: Ecuaciones de primer grado con una incógnita
2do Eje: Ecuaciones de segundo grado con una incógnita
3er Eje: Sistemas de dos ecuaciones de primer grado con dos incógnitas
UNIDAD 3: Funciones
1er Eje: Función de primer grado en una variable
2do Eje: Función de segundo grado en una variable
3er Eje: Función trigonométrica. Propiedades.
UNIDAD 4: Relaciones trigonométricas en un triángulo rectángulo
1er Eje: Ángulos: sistemas de medición.
2do Eje: Relaciones trigonométricas en un triángulo rectángulo
3er Eje: Teorema de Pitágoras. Resolución de triángulos rectángulos.
UNIDAD 5: Polinomios
1er Eje: Polinomios. Operaciones.
2do Eje: Regla de Ruffini. Ceros de un polinomio. Teorema del resto.
Factorización.
3er Eje: Expresiones algebraicas fraccionarias. Simplificación.

Fuente: Consejo Federal de decanos de Ingeniería (CONFEDI)

Como el Test diagnóstico se implementó on line la primera pantalla (Imagen1) corresponde al mensaje de bienvenida, en el que se pauta el tiempo de duración del mismo y como se realiza la devolución de los problemas/ejercicios propuestos.

Imagen 1: Mensaje de bienvenida al Test diagnóstico



Fuente: Test diagnóstico

Luego, en la segunda pantalla (Imagen 2) se les pide algunos datos de contexto: Carrera en la que se inscribió; Colegio secundario; Duración en años del secundario; Realización de algún curso de apoyo previo al TD; Aprobación de dicho curso de ingreso y Mail. Cabe destacar que hubo algunos inconvenientes en la base de datos de las escuelas por lo que muchos alumnos indicaron la opción Otras escuelas. Asimismo, el Mail no era obligatorio pero si recomendable que lo incluyesen para recibir de esta manera una devolución de los problemas/ejercicios resueltos.

Imagen 2: Datos de contexto pedido a los estudiantes

The screenshot shows a web browser window with the title 'Evaluación Diagnóstica de Ingresantes' and the URL 'testpef.unsl.edu.ar/prueba/Intri_pu.php'. The page features a blue header with a gear icon and the year '2016'. The main content area is a form with the following fields:

- Carrera: dropdown menu with 'seleccioná' selected.
- Colegio Secundario: text input field with a 'Seleccionar' button.
- Duración en años del secundario: dropdown menu with 'seleccioná' selected.
- Año de egreso: text input field.
- Realizaste curso de apoyo para el ingreso?: dropdown menu with 'seleccioná' selected.
- Aprobaste el curso de ingreso?: dropdown menu with 'seleccioná' selected.
- Tu dirección de mail: text input field.

At the bottom right of the form are two buttons: 'Comenzar' and 'Cancelar'. The footer of the page contains contact information: 'Cento 1250, 3° 15. (C1015AAZ) | 54 11 4811 3648 | Directo: 54 11 4811 0570 y 4812-0440 int. 103 | Buenos Aires | República Argentina'.

Fuente: Test diagnóstico

Una vez completados estos datos se les presentaban los problemas propiamente dichos, Los ejercicios que resolvieron los estudiantes eran seleccionados en forma aleatoria de una base de 50 problemas (10 para cada una de las Unidades testeadas) mediante un software diseñado para este fin. (Imagen 3). Los problemas se les presentaban a los alumnos de a uno y también era aleatoria la Unidad correspondiente, sin posibilidad de modificar la respuesta de un ejercicio una vez que se pasaba al siguiente. En la versión 2014 del TD se modificó esta forma de presentación, ya que se les presenta a los alumnos los cinco ejercicios todos juntos y se agregó la posibilidad de modificar el resultado si el alumno considera que ha cometido un error.

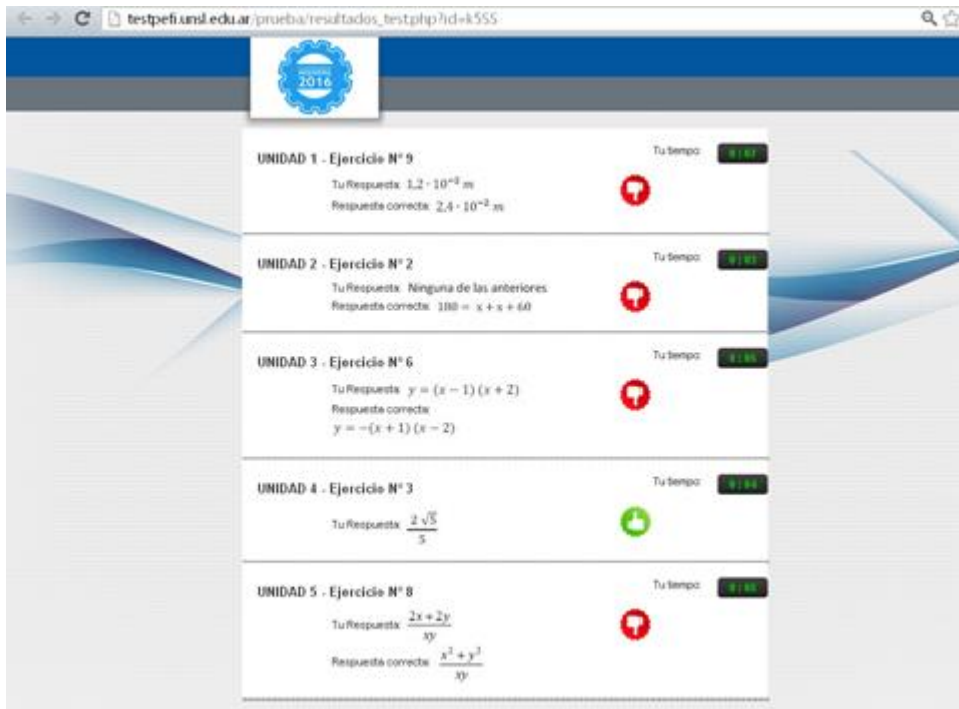
Imagen 3: Presentación de uno de los problemas del Test diagnóstico



Fuente: Test diagnóstico

En la Imagen 4 se observa la respuesta que reciben los estudiantes en su mail personal. Es posible observar que también se incluye el tiempo que tardó el estudiante en resolver el ejercicio.

Imagen 4: Respuesta que reciben los estudiantes en su mail con respecto a su desempeño en el Test diagnóstico.



Fuente: Test diagnóstico.

1.5 Distribución de estudiantes participantes en el Test diagnóstico 2013 por provincia

En total participaron 8451 alumnos de 60 Facultades de Ingeniería de 22 provincias. En el Tabla 3 y en el Gráfico 7 se puede apreciar la distribución de alumnos participantes por provincia:

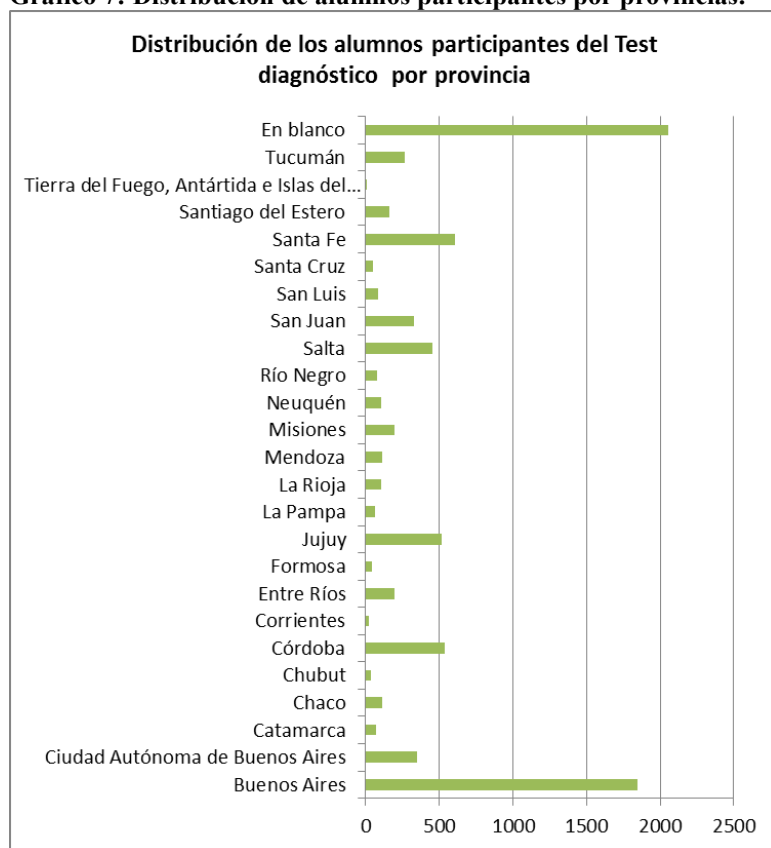
Tabla 3: Distribución de alumnos participantes por provincias.

Provincia	Total	Porcentaje
Buenos Aires	1844	21,80%
Ciudad Autónoma de Buenos Aires	352	4,20%
Catamarca	75	0,90%
Chaco	111	1,30%
Chubut	41	0,50%
Córdoba	542	6,40%
Corrientes	22	0,30%
Entre Ríos	199	2,40%
Formosa	44	0,50%
Jujuy	517	6,10%
La Pampa	69	0,80%

La Rioja	104	1,20%
Mendoza	113	1,30%
Misiones	200	2,40%
Neuquén	107	1,30%
Río Negro	81	1%
Salta	457	5,40%
San Juan	333	3,90%
San Luis	86	1%
Santa Cruz	50	0,60%
Santa Fe	611	7,20%
Santiago del Estero	163	1,90%
Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur	8	0,10%
Tucumán	266	3,10%
No indican provincia	2056	24,30%
Total general	8451	100,00%

Fuente: Informe de CONFEDI a la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU)

Gráfico 7: Distribución de alumnos participantes por provincias.



Fuente: Informe de CONFEDI a la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU)

Las provincias con más estudiantes participantes del Test diagnóstico 2013 son Buenos Aires con 1844 (21,8%); Córdoba con 542 (6,4%); Jujuy con 517 (6,1 %) ; Salta con 457 (5,4%) ; San Luis con 333 (3,9%) ; Santa Fe con 611 (7,2 %) y La ciudad Autónoma de Buenos Aires con 352 (4,2%).

Cabe destacar un alto porcentaje (24, 3%) en blanco.

1.4.1 Distribución por Institución/ Unidad Académica

En la Tabla 4 se presenta la distribución de los estudiantes que participaron en el Test diagnóstico 2013 clasificados por Institución/ Unidad Académica.

Tabla 4: Distribución de alumnos participantes por Institución/Unidad Académica.

Institución	Total	Porcentaje
Instituto de Enseñanza Superior del Ejército-Escuela Superior Técnica	54	0,60%
Universidad Abierta Interamericana-Facultad de Tecnología Informática-Sede CABA	22	0,30%
Universidad Abierta Interamericana-Facultad de Tecnología Informática-Sede Rosario	2	0%
Universidad Católica de Salta- Facultad de Ingeniería	49	0,60%
Universidad de Fraternidad y Agrupaciones Santo Tomás de Aquino-Facultad de Ingeniería	17	0,20%
Universidad del Norte Santo Tomás de Aquino-Facultad de Ingeniería	24	0,30%
Universidad Juan Agustín Maza-Facultad de Ingeniería	8	0,10%
Universidad Nacional Arturo Jauretche-Instituto de ingeniería y Agronomía	106	1,30%
Universidad Nacional de Catamarca-Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas	77	0,90%
Universidad Nacional de Cuyo- Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria	107	1,30%
Universidad Nacional de Cuyo- Facultad de Ingeniería	40	0,50%
Universidad Nacional de Entre Ríos-Facultad de Ingeniería	60	0,70%
Universidad Nacional de Formosa-Facultad de Recursos Naturales	52	0,60%
Universidad Nacional de General San Martín-Escuela de Ciencia y Tecnología	97	1,10%
Universidad Nacional de Jujuy-Facultad de Ingeniería	683	8,10%
Universidad Nacional de La Matanza-Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas	649	7,70%
Universidad Nacional de La Pampa-Facultad de Ingeniería	51	0,60%
Universidad Nacional de la Patagonia Austral-Unidad Académica Caleta Olivia	9	0,10%
Universidad Nacional de la Patagonia Austral-Unidad Académica Río Gallegos	16	0,20%
Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco-Facultad de Ingeniería	18	0,20%
Universidad Nacional de La Plata-Facultad de Ingeniería	500	5,90%
Universidad Nacional de La Rioja-Departamento de Ciencias Exactas, Físicas	53	0,60%

y Naturales		
Universidad Nacional de La Rioja-Departamento de Ciencias y Tecnologías Aplicadas	80	0,90%
Universidad Nacional de Lomas de Zamora-Facultad de Ingeniería	193	2,30%
Universidad Nacional de Luján-Secretaría Académica	100	1,20%
Universidad Nacional de Mar del Plata-Facultad de Ingeniería	103	1,20%
Universidad Nacional de Misiones-Facultad de Ingeniería	236	2,80%
Universidad Nacional de Moreno-Departamento de Ciencias Básicas y Tecnología	109	1,30%
Universidad Nacional de Río Cuarto-Facultad de Ingeniería	199	2,40%
Universidad Nacional de Rosario-Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura	532	6,30%
Universidad Nacional de Salta-Facultad de Ingeniería	612	7,20%
Universidad Nacional de San Juan-Facultad de Ingeniería	445	5,30%
Universidad Nacional de San Luis-Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico Sociales	90	1,10%
Universidad Nacional de Santiago del Estero-Facultad de Agronomía y Agroindustrias	106	1,30%
Universidad Nacional de Santiago del Estero-Facultad Ciencias Exactas y Tecnologías	75	0,90%
Universidad Nacional de Tucumán-Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología	397	4,70%
Universidad Nacional de Villa María-Instituto Pedagógico de Ciencias Básicas y Aplicadas	16	0,20%
Universidad Nacional del Centro de la Prov. Buenos Aires-Facultad de Ciencias Exactas	79	0,90%
Universidad Nacional del Centro de la Prov. Buenos Aires-Facultad de Ingeniería	82	1%
Universidad Nacional del Chaco Austral-Departamento de Ciencias Básicas y Aplicadas	118	1,40%
Universidad Nacional del Comahue-Unidad Académica Bariloche	1	0%
Universidad Nacional del Comahue-Unidad Académica Neuquén	59	0,70%
Universidad Nacional del Litoral-Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas	123	1,50%
Universidad Nacional del Noroeste de la Prov. Buenos Aires-Secretaría Académica	178	2,10%
Universidad Nacional del Sur-Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras	32	0,40%
Universidad Nacional del Sur-Departamento de Ingeniería Química	102	1,20%
Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Bahía Blanca	175	2,10%
Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Buenos Aires	473	5,60%
Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Concepción del Uruguay	51	0,60%
Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Córdoba	309	3,70%
Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Delta	5	0,10%
Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Neuquén	59	0,70%
Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Paraná	42	0,50%
Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Resistencia	3	0%
Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional San Nicolás	11	0,10%

Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Santa Fe	148	1,80%
Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Tucumán	245	2,90%
Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Venado Tuerto	17	0,20%
Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Villa María	152	1,80%
Total general	8451	100%

Fuente: Informe de CONFEDI a la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU)

1.4.2 Distribución por Año de egreso del secundario

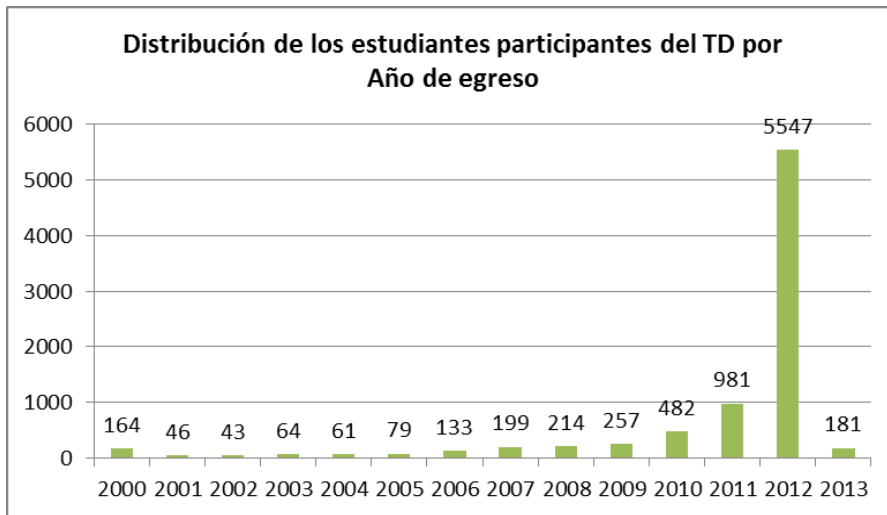
Con respecto al Año de egreso del secundario, el sistema permitía los años entre el 2000 y el 2013, por lo tanto aquellos estudiantes que habían terminado antes del 2000 fueron considerados como egresados en ese año. (Tabla 5 y Gráfico 8)

Tabla 5: Distribución de alumnos participantes por Año de egreso del secundario

Año de egreso	Total	Porcentaje
2000	164	1,90%
2001	46	0,50%
2002	43	0,50%
2003	64	0,80%
2004	61	0,70%
2005	79	0,90%
2006	133	1,60%
2007	199	2,40%
2008	214	2,50%
2009	257	3%
2010	482	5,70%
2011	981	11,60%
2012	5547	65,60%
2013	181	2,10%
Total general	8451	100%

Fuente: Informe de CONFEDI a la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU)

Gráfico 8: Distribución de alumnos participantes por Año de egreso del secundario.



Fuente: Informe de CONFEDI a la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU)

1.4.3 Cantidad de estudiantes participantes del Test diagnóstico 2013 que aprobaron el curso de ingreso a la facultad

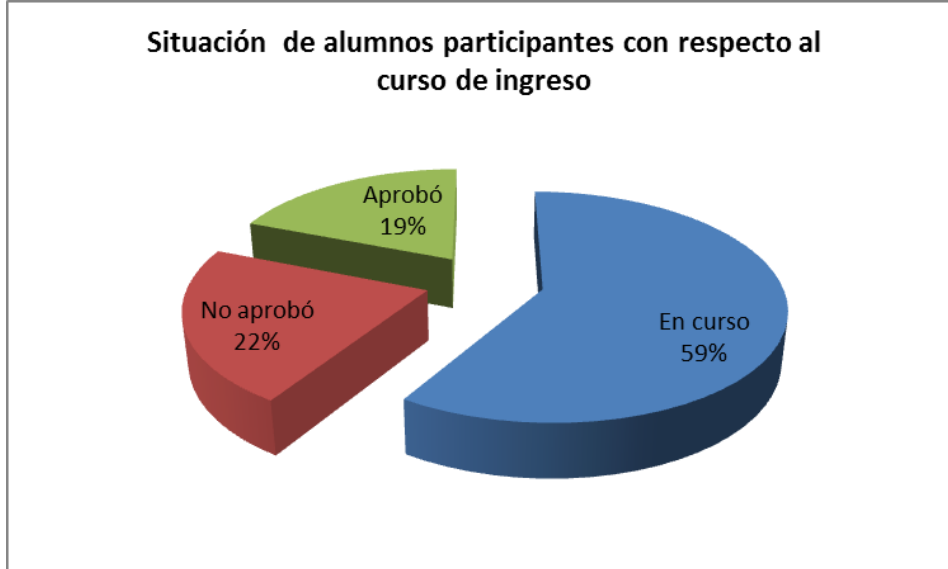
El Test diagnóstico no es vinculante con las instancias de ingreso que dispone cada Unidad Académica, por lo que es pertinente que se consultara en qué etapa del curso de ingreso se encontraba cada estudiante participante del TD 2013 al momento de realizar el mismo. (Tabla 6 y Gráfico 9)

Tabla 6: Situación de alumnos participantes con respecto al curso de ingreso.

Aprobó el ingreso	Total	Porcentaje
En curso	4981	58,90%
No	1861	22%
Si	1609	19%
Total general	8451	100%

Fuente: Informe de CONFEDI a la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU)

Gráfico 9: Situación de alumnos participantes con respecto al curso de ingreso



Fuente: Informe de CONFEDI a la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU)

1.4.4 Cantidad de estudiantes participantes que recibieron apoyo al ingreso

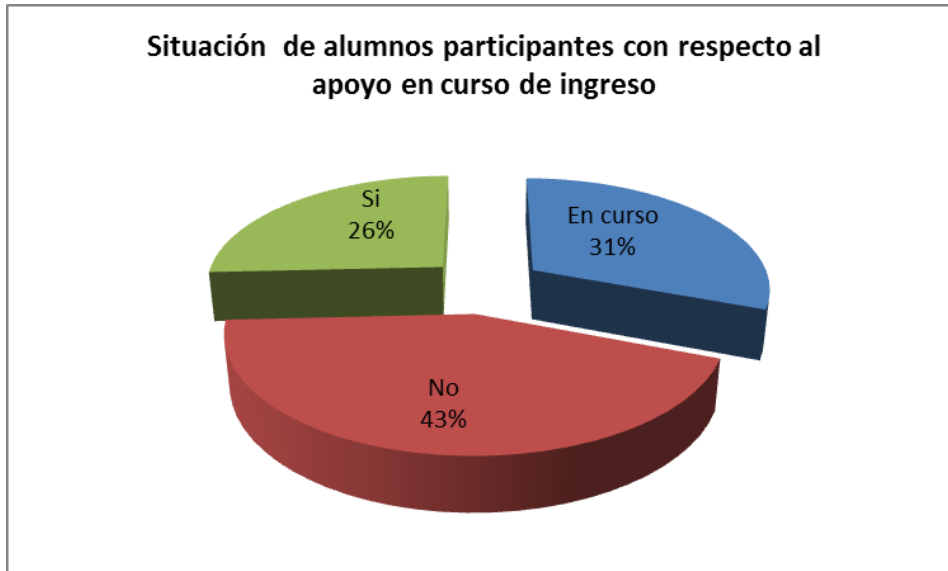
Tal como se observó anteriormente, el Test diagnóstico no es vinculante con las instancias de ingreso que dispone cada Unidad Académica, por lo que es pertinente que se consultara si habían recibido apoyo en el curso de ingreso que les facilitara la resolución del TD 2013 al momento de realizar el mismo. (Tabla 7 y Gráfico 10)

Tabla 7: Situación de alumnos participantes con respecto al apoyo en curso de ingreso

Recibió Apoyo en el curso de ingreso	Total	Porcentaje
En curso	2598	30,70%
No	3676	43,50%
Si	2177	25,80%
Total general	8541	100%

Fuente: Informe de CONFEDI a la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU)

Gráfico 10: Situación de alumnos participantes con respecto al apoyo en curso de ingreso.



Fuente: Informe de CONFEDI a la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU)

1.5 El Test Diagnóstico en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora

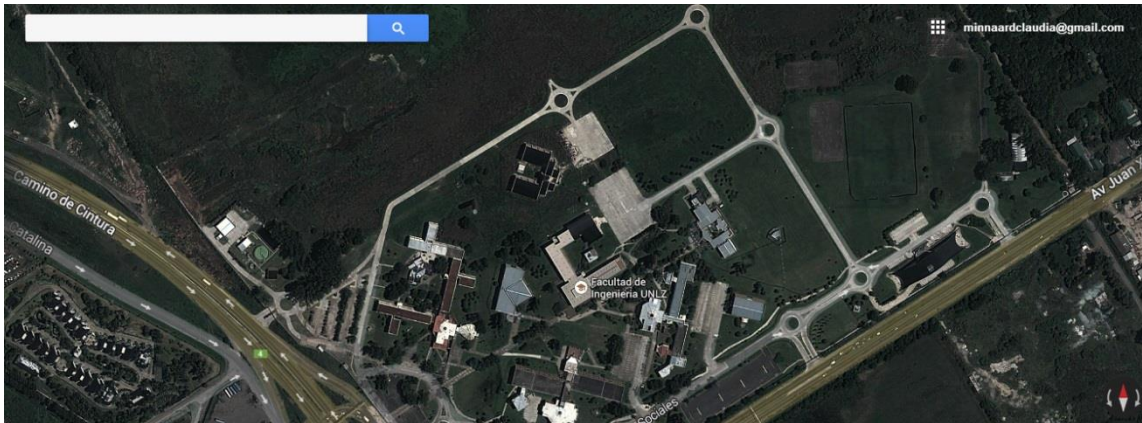
Es dentro de este contexto que se implementa el Test diagnóstico (TD) en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora (FIUNLZ).

En el año 1983 se inició la oferta de carreras de Ingeniería con dependencia directa del Rectorado de la UNLZ. En el año 1986 se creó la Facultad de Ingeniería como Unidad Académica de la UNLZ por Resolución Asamblea Universitaria 02/86 y se hizo cargo de las ofertas hasta entonces dependientes del Rectorado. La creación de la Facultad de Ingeniería fue la respuesta institucional a la demanda de recursos humanos formados en áreas tecnológicas que la proliferación de industrias y el desarrollo de los servicios en la región generaban. Las ofertas de titulaciones de Ingenierías que se crearon (Mecánica e Industrial) expresan la naturaleza de demanda orientada a la producción y los procesos manufactureros que caracterizan a las Pequeñas y Medianas industrias (PyMEs) de la región. En el año 1992 la Unidad Académica se trasladó al actual edificio del Complejo

Universitario adquiriendo entonces mayor visibilidad institucional y mayor capacidad educativa.

La Facultad de Ingeniería (FI-UNLZ), siguiendo los lineamientos de la Universidad, desarrolla desde su creación actividades de enseñanza, de extensión e investigación en campos del saber tecnológico, satisfaciendo necesidades de formación en disciplinas vinculadas a la ciencia, la ingeniería y la tecnología en general, con especial énfasis en las necesidades del desarrollo de la región metropolitana sur. (Imagen 5)

Imagen 5: Campus de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora



Fuente: Google maps.

En los años que van desde la aparición de las ofertas de Ingeniería de la UNLZ y desde la creación y consolidación de la FI-UNLZ, la región se benefició de la generación y radicación de Industrias y de la implantación de uno de los Parques Industriales más grandes del país (Parque Industrial Burzaco con más de 300 industrias instaladas). La FI-UNLZ ha sido una de las condiciones de posibilidad que permitieron este desarrollo.²³

El Test Diagnóstico se implementó en la FI-UNLZ entre los días 12, 13 y 14 de marzo de 2013 con los ingresantes. Como el Test fue on line se les pidió a los alumnos resolver los ejercicios en papel a fin de tener un registro de la actividad. Los ejercicios que resolvieron los alumnos eran seleccionados en forma aleatoria de una base de 50

²³Historia de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora (Página institucional de la Facultad). En: <http://www.ingenieria.unlz.edu.ar/> [Consultado: 01/03/2014]

problemas (10 para cada una de las Unidades testeadas) mediante un software diseñado para este fin.

A fin de complementar la actividad se realizó una encuesta²⁴ en la que se le consultaron las siguientes variables (Tabla 8)

Tabla 8: Variables encuestadas

Escuela de procedencia	Si es técnica o no	Año de egreso de la escuela media	Si trabaja o no	Cantidad de horas diarias que trabaja
------------------------	--------------------	-----------------------------------	-----------------	---------------------------------------

Fuente: Elaboración propia

En total participaron 193 estudiantes provenientes de 114 escuelas de la zona sur del Gran Buenos Aires.

²⁴ En el Test diagnóstico no se indagaba sobre la situación laboral de los alumnos ni sobre el tipo de escuela de procedencia

CAPÍTULO 2 - LAS COMPETENCIAS EN LA FORMACIÓN DEL INGENIERO

Atisbo reflejos de una realidad crucial de nuestro tiempo, como la interacción entre el conocimiento científico y la sociedad, la política, el arte, la ética y el deseo. Esta postura multifacética me hace sentir más cerca de la realidad.

Esther Díaz²⁵

2.1 Introducción

Existe una tendencia internacional, para las carreras de ingeniería, de migrar hacia el diseño de planes de estudio por competencias, camino que en la Argentina el CONFEDI²⁶ comenzó a recorrer a partir del XXXVI Plenario realizado en Jujuy, en octubre del año 2004.

El desarrollo de competencias durante el proceso formativo del ingeniero, no sólo supone revisar estrategias de enseñanza y de aprendizaje, sino también revisar el proceso de evaluación que permita acreditarlas.

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, et al, 2006). Una nueva perspectiva para la palabra competencia surge entre los años 60 y 70 con la gramática generativa de Noam Chomsky²⁷, quien intenta construir una gramática científica, y utiliza el término “*competencia lingüística*” como instrumento de mayor nivel de abstracción que le permite arribar a una gramática que explique la posibilidad de todo ser humano de hablar correctamente. El término se ha extendido desde entonces, a varias disciplinas humanas con un sentido amplio de conocimiento, saber o capacidad. A los fines de este estudio se hace necesario situar el término en el campo de las teorías de la enseñanza y del aprendizaje. Yves Chevallard (1997), sin hacer alusión al término

²⁵Díaz, E. (2010). *Entre la tecnociencia y el deseo. La construcción de una epistemología ampliada*. Editorial Biblos. pp.9

²⁶ El Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) de la República Argentina nace en marzo de 1988 a partir de la inquietud de un grupo de Decanos de conformar un ámbito en el cual se debatan y propicien, a partir de experiencias propias, soluciones a las problemáticas universitarias planteadas en las Unidades Académicas de Ingeniería.

²⁷Avram Noam Chomsky (Filadelfia, Estados Unidos, 7 de diciembre de 1928) es un lingüista, filósofo y activista estadounidense. Es profesor emérito de Lingüística en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) y una de las figuras más destacadas de la lingüística del siglo XX.

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.

Por su parte, Adriana Puiggrós (2004) vincula competencias y saberes a los rasgos atribuidos con la capacidad creadora y transformativa de los “*saberes socialmente productivos*”. Se trata de saberes que se aprenden en contextos sociales de prácticas con el conocimiento, con el hacer y la acción, los que remiten a aspectos intelectuales, afectivos y físicos, y suponen capacidades de discernimiento a la hora de tomar decisiones, de buscar en lo desconocido, de juzgar lo que es pertinente.

En síntesis, y siguiendo a éstos autores, podemos concluir que no se puede hablar de competencias, sin situarlas en los marcos de prácticas que las contengan, las promuevan y las signifiquen.

2.2 La competencia como un potencial de conductas adaptadas a una situación

Una definición que permite una aproximación al contenido del término es la de Spencer y Spencer que señalan que una competencia es una “*Característica subyacente en una persona que está causalmente relacionada con el desempeño, referido a un criterio superior o efectivo, en un trabajo o situación*” (Spencer L.M. y Spencer, S.M., 1993). Si analizamos esta conceptualización, se observa que se alude a la competencia como un potencial de conductas adaptadas a una situación. La definición habla de característica subyacente porque considera que la competencia se encuentra profundamente arraigada en la personalidad del estudiante, quien puede predecir su comportamiento en una amplia variedad de situaciones académicas o profesionales. Asimismo, se señala que está causalmente relacionada porque a través de su internalización se puede predecir o explicar su futuro desempeño profesional. Otro componente de la definición destaca la

sujeción a un criterio, lo que estaría significando que la competencia predice y valora la actuación, al utilizar un estándar de medida determinado. Las características que se encuentran subyacentes a la competencia son de diferentes tipos, ya que se puede hablar de motivos, rasgos de la personalidad, autoconcepto, conocimientos y habilidades. Estas dos últimas características -conocimiento y habilidades - son la parte más visible y fácil de identificar en los estudiantes mientras que las tres primeras -motivos, rasgos y autoconcepto- representan la parte menos visible, más profunda y central de la personalidad.

Cano García (2008:5), ha realizado una exhaustiva recopilación de conceptualizaciones para explicar la competencia, algunas de las cuales se exponen para ilustrar este trabajo:

Tabla 9: Conceptualizaciones de competencia.

Autor	Conceptualización de competencia
Bunke 1994	Posee competencias profesionales quien dispone de los conocimientos, destrezas y actitudes necesarias para ejercer una profesión, puede revisar los problemas profesionales de forma autónoma y flexible y está capacitado para colaborar en su entorno profesional y en la organización del trabajo.
Levy-Leboyer 1996	Repertorios de comportamientos que algunas personas dominan mejor que otras, lo que las hace eficaces en una situación determinada.
OIT 2000	Capacidad efectiva para llevar a cabo exitosamente una actividad laboral plenamente identificada (...) es el conjunto de conocimientos, procedimientos y actitudes combinados, coordinados e integrados en la acción adquiridos a través de la experiencia - formativa y no formativa- que permite al individuo resolver problemas específicos de forma autónoma y flexible, en contextos singulares.
Lasnier 2000	Saber hacer complejo resultado de la integración, movilización y adecuación de capacidades y habilidades y conocimientos utilizados eficazmente en situaciones que tengan un carácter común.
LeBoterf 2001	Estructura basada en recursos personales -conocimientos, habilidades, cualidades o aptitudes- y recursos ambientales - relaciones, documentos e información- que se movilizan para lograr un desempeño.
Kellerman 2001	Capacidad para desarrollar con éxito una acción determinada, que se adquiere a través del aprendizaje.
Prieto 2002	Las competencias tienden a transmitir el significado de lo que la persona es capaz de hacer o ejecutar, el grado de preparación, suficiencia o responsabilidad para ciertas tareas.
Roe 2002	Habilidad aprendida para llevar a cabo una tarea, deber o rol. Se adquiere mediante el learning-by-doing.
OCDE 2002	Capacidad de responder a demandas complejas y llevar a cabo tareas diversas de forma adecuada, que supone una combinación de habilidades prácticas, conocimientos, motivación, valores éticos, actitudes, emociones y otros componentes sociales y de comportamiento que se movilizan conjuntamente para lograr una acción eficaz.
González y Wagenaar 2003	La competencia representa una combinación dinámica de atributos, en relación al conocimiento y su aplicación, a las actitudes y responsabilidades, que describen los resultados de aprendizaje de un determinado programa o cómo los estudiantes serán capaces de desarrollarse al final del proceso educativo.

Perrenoud 2004b	Aptitud para enfrentar eficazmente una familia de situaciones análogas, movilizand o de manera rápida, pertinente y creativa, múltiples recursos cognitivos: saberes, capacidades, micro-competencias, informaciones, valores, actitudes, esquemas de percepción, de evaluación y de razonamiento.
Fernández March 2005	Saber hacer complejo que exige un conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes, valores y virtudes que garantizan la bondad y eficiencia de un ejercicio profesional responsable y excelente.
Collis 2007	Integración de conocimientos, habilidades y actitudes de forma que nos capacita para actuar de manera efectiva y eficiente.
Mateo 2007	Capacidad de usar funcionalmente los conocimientos y habilidades en contextos diferentes.

Fuente: Cano García (2008:5)

¿Pues bien cuáles son los componentes mínimos que una competencia debe reunir? Para explicar esta trama se adopta una estructura reticular donde se aglutinan: elementos, saberes, evidencias, criterios de desempeño, rango de aplicación y cierta prospectiva no ordenada (Tobón, 2005 y Rial Sánchez, 2007)

Tabla 10: Dimensiones de la competencia.

Componentes estructurales de una competencia	
Identificación de la competencia: nombre y descripción, objeto y condición de calidad	Elementos de competencia: Desempeños específicos que componen la competencia
Criterios de desempeño: Resultados a demostrar en situaciones reales o simuladas	Saberes Esenciales: requeridos para alcanzar los resultados.
Rango de aplicación: Diferentes clases, tipos y naturalezas en las que se aplican los elementos de la competencia y los criterios de desempeño.	Evidencias requeridas: Pruebas necesarias para juzgar y evaluar la competencia, acorde con los criterios de desempeño, saberes esenciales y rango de aplicación de la competencia.
Problemas: Aquellos que el alumno debe resolver adecuadamente mediante la competencia	Caos e incertidumbre: Descripción de las situaciones de incertidumbre asociadas al desempeño de la competencia, que se deben afrontar mediante estrategias.

Fuente: Elaboración propia

Los antecedentes reseñados, constituyen el marco en el que se instala en Argentina, el debate de las competencias como eje de la formación en las Universidades, y en el que se inscriben las acciones del CONFEDI desarrolladas a partir del año 2004 tendientes al logro de un “Proyecto Estratégico para la Reforma Curricular de la Ingeniería Argentina”. Cabe destacar que el proceso de cambio curricular de la carrera de grado de Ingeniería se inicia como resultado de las primeras convocatorias de acreditación de carreras efectuada por la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU), e implica una tarea de reflexión impulsada desde el mismo seno del

CONFEDI, que culmina con la aprobación de la Resolución 1232/01²⁸ bajo cuyos estándares se han realizado hasta el momento las acreditaciones de las distintas terminales de ingeniería.

En el año 2006, el CONFEDI organiza un Taller en la ciudad de Villa Carlos Paz²⁹, del que surge la decisión de explorar antecedentes y resultados de la aplicación de modelos de planificación de la enseñanza en base a competencias, a fin de definir la conveniencia de su aplicación a la enseñanza de la ingeniería, el mismo año, durante el VII Plenario se presenta para su debate, el Documento de Trabajo “Proyecto Estratégico de Reforma Curricular de la Ingeniería Argentina”. El mismo se remite en consulta a las Unidades Académicas y a representantes del sector productivo, quienes expresan un marcado interés por adecuar la carrera a los estándares internacionales con una fuerte tendencia a adoptar el modelo de competencias como horizonte formativo. Estos resultados alientan a realizar una experiencia piloto en cinco terminales de Ingeniería: Civil, Electrónica, Industrial, Mecánica y Química. Sobre la base de esos antecedentes se elabora un marco conceptual adaptado a la realidad argentina que se plasma en un borrador denominado Documento Base de Trabajo Preliminar para el “1er Taller sobre Desarrollo de Competencias en la Enseñanza de la Ingeniería Argentina”, que se remite, para su análisis, a las Unidades Académicas en las que se imparte alguna de las cinco terminales de carrera. Con los aportes recogidos se genera un nuevo documento Base Consensuado que lista un serie de competencias genéricas, y forma parte del Primer Informe denominado Estrategia de Desarrollo de Competencias en la Enseñanza de la Ingeniería Argentina - Experiencia Piloto en las terminales de Ingeniería Civil, Electrónica, Industrial, Mecánica y Química. Sobre la base de este informe, equipos de trabajo agrupados por terminal realizan un desagregado de competencias y generan un listado con propuestas para las capacidades asociadas integradas y las capacidades componentes de las mismas. Este nuevo documento

²⁸En <http://www.coneau.edu.ar/archivos/538.pdf> [Consultado 06/02/2014]

²⁹ En http://www.frbb.utn.edu.ar/comun/secretaria_academica/Competencias_CONFEDI.pdf [Consultado 06/02/2014]

constituye la base del 2º Informe sobre competencias denominado Primer Acuerdo sobre Competencias Genéricas³⁰.

Este nuevo rumbo en la enseñanza de ingeniería, se funda entre otras razones en los resultados parcialmente satisfactorios de la actualización de los planes de estudios previa al proceso de acreditación. La reforma significó, para la mayoría de las carreras pasar de planes de seis a cinco años de estudio, que obligaron a realizar una selección de contenidos, la que a la luz de la experiencia, no siempre logró compensar el acortamiento de los tiempos para su enseñanza.

Frente a este escenario – el informe del CONFEDI - considera que la planificación por competencias permitiría una selección y tratamiento más ajustado y eficaz de los contenidos de la carrera. Esta apertura hacia el diseño por competencias, también se sostiene en el consenso de que el saber hacer de los ingenieros – con mayor énfasis que en otras carreras - no surge de la mera adquisición de conocimientos, sino que es el resultado de la puesta en funciones de una compleja estructura de conocimientos, habilidades y destrezas, - estructura ésta - que requiere ser reconocida expresamente, a fin de que la propuesta pedagógica incluya las actividades que permitan su adecuado desarrollo.

El CONFEDI, a partir de las distintas perspectivas, elabora una conceptualización teórica propia, que se sostiene fundamentalmente en los aportes de Perrenoud (2002) y LeBoterf (2001), y adopta la siguiente definición de competencia “*capacidad de articular eficazmente un conjunto de esquemas (“estructuras mentales” y valores), permitiendo movilizar (poner a disposición) distintos saberes, en un determinado contexto con el fin de resolver situaciones profesionales*” (CONFEDI, 2006). Se observa que en esta definición, las competencias aluden a capacidades complejas e integradas, relacionadas con saberes teóricos, contextuales y procedimentales, vinculadas con el saber hacer: formalizado, empírico y relacional. Asimismo, se refieren al contexto y desempeño profesional que se pretende, al tiempo que, permiten incorporar la ética y los valores.

³⁰En http://www.frbb.utn.edu.ar/comun/secretaria_academica/Competencias_CONFEDI.pdf [Consultado 06/02/2014]

En el caso de las carreras de ingeniería, avanzar en el desarrollo del modelo, e identificar las competencias implicó una dificultad extra, en la medida de que en Argentina el grado cuenta con diecisiete terminales acreditadas. En una primera etapa, y a fin de determinar las competencias generales, - presentes en la formación de todo ingeniero – la reflexión se orienta a identificar qué es lo que el ingeniero debe ser capaz de hacer en los diferentes ámbitos del quehacer profesional.

Para alcanzar este resultado el CONFEDI se propuso:

1. Tener en cuenta las necesidades actuales y potenciales del país, de la sociedad y del medio laboral.
2. Contemplar tanto las lógicas de aprendizaje y trabajo académicas, como las del ámbito laboral y las del entorno económico, social y político.
3. Considerar las características y potencialidades de las diferentes estrategias de enseñanza y de aprendizaje, a fin de garantizar que los estudiantes puedan realizar actividades adecuadas para la adquisición de competencias.
4. Revisar el proceso de evaluación con vistas a incluir estrategias que se adapten al desarrollo de competencias.
5. Replantear el rol del docente tradicional, y pensar estrategias que contribuyan a que desarrollen un perfil facilitador de situaciones de aprendizaje y evaluador del desarrollo de las competencias que los involucren.

Se arriba a una propuesta de diez competencias genéricas para la ingeniería, desagregadas en dos niveles simples e integradores de capacidades, de tal manera que, una determinada competencia genérica se integra por capacidades asociadas integradas y capacidades componentes. Siguiendo a De Miguel (2005) las capacidades asociadas se denominan también elementos de la competencia – conocimientos, habilidades, destrezas actitudes y valores- y las capacidades componentes, se conforman por indicadores o evidencias de la competencia.

2.3 Competencias genéricas y sus correspondientes capacidades asociadas integradas

Las Tablas 11 y 12 permiten observar las competencias genéricas – tecnológicas y sociales, políticas y actitudinales- con sus correspondientes capacidades asociadas integradas.

Tabla 11: Competencias genéricas tecnológicas del perfil del ingeniero

Competencias tecnológicas	Capacidades Asociadas Integradas o Elementos de la competencia
1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería	Identificar y formular problemas Realizar búsqueda creativa de soluciones y seleccionar la alternativa más adecuada Implementar tecnológicamente una alternativa de solución Controlar y evaluar enfoques y estrategias propios para abordar eficazmente la resolución de los problemas
2.-Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).	Concebir soluciones tecnológicas. Diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería.
3.-Gestionar - planificar, ejecutar y controlar- proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).	Planificar , ejecutar y controlar proyectos de ingeniería
4.-Usar de manera eficaz las técnicas y herramientas de la ingeniería.	Identificar y seleccionar las técnicas y herramientas disponibles. Usar y/o supervisar el uso de las técnicas y herramientas
5.-Contribuir a la generación de desarrollos y/o innovaciones tecnológicas.	Detectar oportunidades y necesidades insatisfechas mediante soluciones tecnológicas. Hacer un uso creativo de las tecnologías disponibles Emplear las formas de pensamiento apropiadas para la innovación tecnológica

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12: Competencias genéricas sociales, políticas y actitudinales del perfil del ingeniero

Competencias sociales, políticas y actitudinales	Capacidades Asociadas Integradas o Elementos de la competencia
6.-Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.	Identificar metas y responsabilidades individuales y colectivas y actuar de acuerdo a ellas. Reconocer y respetar los puntos de vista de otros miembros del equipo y llegar a acuerdos. Asumir responsabilidades y roles dentro del equipo de trabajo

7.-Comunicarse con efectividad	Seleccionar las estrategias de comunicación en función de objetivos e interlocutores y de acordar significados en el contexto de intercambio. Producir e interpretar textos técnicos (memorias, informes, etc.) y presentaciones públicas.
8.-Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.	Actuar éticamente con responsabilidad profesional y compromiso social Evaluar el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.
9.-Aprender en forma continua y autónoma.	Reconocer la necesidad de un aprendizaje continuo a lo largo de la vida. Lograr autonomía en el aprendizaje
10.- Actuar con espíritu emprendedor	Crear y desarrollar una visión y crear y mantener una red de contactos

Fuente: Elaboración propia

2.4 Competencias de acceso a las carreras de Ingeniería

En el otro extremo 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 éxito³¹.

En el documento se considera que los ingresantes deben poseer el dominio de una serie de competencias básicas, que están referidas a los conocimientos, procedimientos, destrezas y actitudes fundamentales para el desarrollo de otros aprendizajes. Entre estas competencias encontramos las de comprender y/o interpretar un texto, elaborar síntesis, capacidad oral y escrita de transferirlo; producción de textos, interpretar y resolver situaciones problemáticas. En segundo lugar se encuentran las competencias transversales, las que están referidas a la capacidad de regular los aprendizajes, autoaprendizaje y resolver las dificultades a que se ven enfrentados durante el transcurso del proceso de aprendizaje. Se considera, además que estas competencias deben ser desarrolladas en la escuela secundaria y durante la instancia universitaria continuar con su desarrollo y consolidación.

³¹ 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]

Por último se han definido las competencias de acceso específicas que remiten a un conjunto de capacidades relacionadas entre sí. (Gráfico 11)

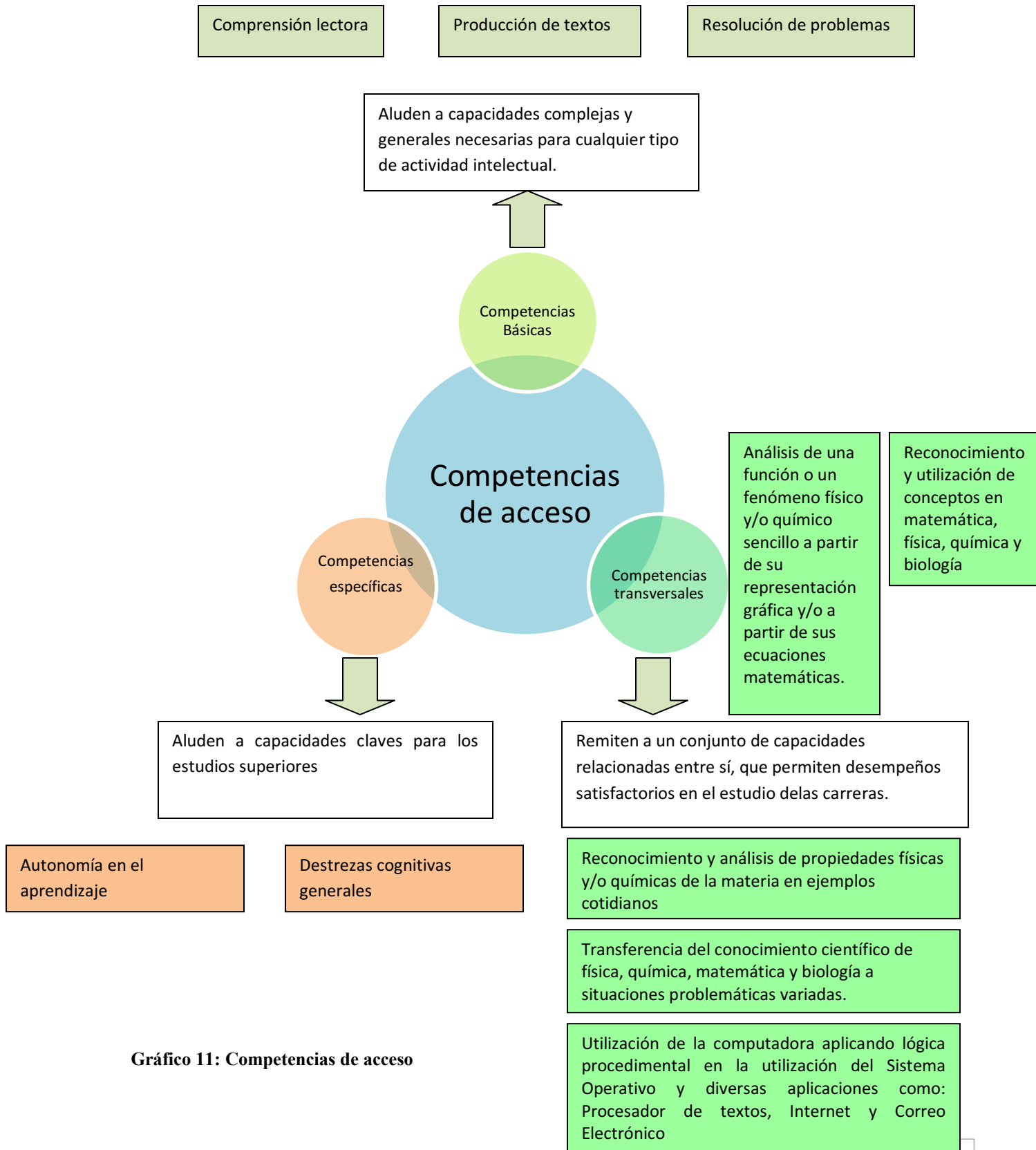


Gráfico 11: Competencias de acceso

En el mes de febrero de 2013, se implementó el denominado Test Diagnóstico para ingresantes a carreras de ingeniería en todo el país³², con el objeto de contar con datos que permitieran diseñar acciones para mejorar las condiciones de acceso y posterior rendimiento de los estudiantes.

Siguiendo a Perrenoud, surge la convicción de que tratándose las competencias de capacidades complejas e integradas, resultaría insuficiente como estrategia para la adopción de un modelo de estas características, planificar acciones formativas atomizadas en cada uno de los espacios curriculares.

(...) las competencias no dan la espalda a los conocimientos, pero no se puede pretender desarrollarlos sin conceder tiempo a las puestas en situación. No basta con añadir una "situación de transferencia" al final de cada capítulo de un curso convencional. El sistema cambia, no solo reformulando sus programas en términos de competencias, sino abriendo las disciplinas, introduciendo ciclos de aprendizaje plurianuales a lo largo del curso, llamando a la cooperación profesional, invitando a una pedagogía diferenciada, entonces los profesores deben cambiar sus representaciones y sus prácticas (Perrenoud, 2004b)

Por otra parte, como señala la OCDE (2008a)³³ las habilidades más fáciles de enseñar, adquirir y evaluar ya no son suficientes para preparar jóvenes para el futuro, pues se observa:

- Un descenso en aquellos trabajos que implican tareas físicas que pueden describirse adecuadamente por medio de reglas deductivas o inductivas.
- Un descenso en aquellos trabajos que implican tareas físicas que no pueden describirse adecuadamente por medio de reglas y que requieren habilidades musculares finas.
- Un descenso significativo en las tareas cognitivas rutinarias, que implican tareas mentales que pueden describirse adecuadamente por medio de reglas deductivas o inductivas.
- Una tendencia a que desaparezcan de los mercados laborales los trabajos que solo requieren memorizar y reproducir conocimientos y habilidades.

³²Diseñado e implementado por la Secretaría de Políticas Universitarias SPU y CONFEDI

³³ Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)(2008a).*Informe PISA 2006. Competencias científicas para el mundo del mañana*, Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos, París, Santillana. pp.38

- Un aumento en la demanda de tareas que requieren comunicación compleja, tales como informar, explicar, convencer y advertir de las consecuencias de acciones y decisiones tomadas.
- Un aumento en la demanda de pensamiento experto, lo cual implica la solución de problemas para los cuales no existen soluciones basadas en reglas.
- Un aumento en la demanda de expertos en procesamiento de información que no puede ser programado actualmente en una computadora.

Teniendo en cuenta que una de las problemáticas que provocan la deserción y el alargamiento de las Carreras es la escasa formación en competencias básicas para el estudio que poseen los egresados de la Escuela Secundaria, desde el CONFEDI y la SPU³⁴ se sugiere que *“desde las instituciones educativas es necesario establecer estrategias que contribuyan a dar respuestas y soluciones para mejorar los procesos de aprendizaje en la enseñanza de grado de las universidades públicas”*, siendo necesarias actividades de articulación entre ambos niveles de enseñanza.

³⁴Documento 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]

CAPÍTULO 3 - ERRORES EN EL APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA

"La noción de conocimiento nos parece una y evidente. Pero, en el momento en que se le interroga, estalla, se diversifica, se multiplica en nociones innumerables, planteando cada una de ellas un nuevo interrogante"
(Edgard Morin, 1977, p. 18, citado por Juan Godino, 2003)

3.1 Introducción

Polya (1975)³⁵ señala que la imitación juega un papel importante al momento de la resolución de un problema planteado. Fridman(1985) indica que frente al problema surge la necesidad de encontrar una respuesta considerando aquellas “condiciones” indicadas en el problema. Charnay(1988) sostienen que lo que puede ser percibido por un alumno como un problema, para otro que lo resuelve sin ningún tipo de dificultad puede no serlo, sugiriendo la propuesta de “*obstáculo a superar*”. Los tres reconocen que la resolución de problemas es sinónimo de “*hacer matemática*”. Halmos (1980) al hacer referencia a los mismos indica que son “*el corazón de las matemáticas*”.

Lester (1980) los reconoce como situaciones que se plantean donde no hay un algoritmo que se pueda determinar con facilidad para su resolución.

A su vez, Simon (1978) refiere como una tarea que se debe realizar y no se puede hacerlo, lo cual genera un problema, y se tienen determinados indicadores que permiten reconocer cuando este ha sido resuelto.

Godino (2003) plantea que

El estudiante, al resolver el problema, no sólo realiza acciones sobre los símbolos u objetos materiales con los que opera, sino que en dicha actividad necesita evocar diferentes conceptos o nociones matemáticas que previamente conoce y en los que se apoya para resolver el problema, mediante sus definiciones o descripciones características.

³⁵ Este autor húngaro no solo se interesó en la resolución de problemas sino que, justamente su aporte fue que enfatizó en el proceso de descubrimiento. Se sugiere la lectura de : http://ficus.pntic.mec.es/fheb0005/Hojas_varias/Material_de_apoyo/Estrategias%20de%20Polya.pdf

Radillo Enríquez y Huerta Varela (2007) indican que analizar los errores que cometen los alumnos permite investigar los obstáculos y su naturaleza que enfrenta un estudiante al utilizar el lenguaje matemático.

En cuanto a la presencia del error en el conocimiento humano se sabe que la falibilidad del mismo ha sido motivo de estudio y reflexión de numerosos filósofos y pensadores, manteniéndose la inquietud hasta la actualidad. Ya que en todo proceso de conocimiento está latente la posibilidad de considerar como verdaderos conceptos y procedimientos erróneos.

En educación durante el proceso de aprendizaje se detectan en sus trabajos errores, cuya génesis está en el mismo proceso y estos a su vez se conectan formando redes verdaderamente complejas, actuando como obstáculos que se translucen en la práctica en respuestas erróneas. (del Puerto, Minnaard, Seminara, 2006)³⁶

Socas (1997) indica que el error no solo puede ser la consecuencia de distracción o de poco conocimiento sobre un tema, sino que puede producirse porque el “*esquema cognitivo es inadecuado*”.

Matz reconoce dos instancias en el comportamiento detectado en los alumnos frente a un problema en primer lugar donde los conocimientos previos actuarían a la manera de fórmula que es posible aplicar, en segundo lugar entran en juego técnicas que permitirían establecer relaciones entre las reglas que son conocidas de las situaciones problemáticas, que no. El autor señala que los errores más frecuentes se producen por tratar de adaptar los conocimientos que se adquirieron con anterioridad a nuevas situaciones. Weiner(1922) ha sido un pionero en el estudio de errores siendo quien instauró la piedra fundacional de la Didáctica orientada a su estudio, quien trabajo en la búsqueda de patrones de errores, y sus esfuerzos estuvieron dirigidos a los errores en la diferentes materias, abordando todas las edades escolares.

Brousseau, Davis y Werner (1986), indican que los errores se producen por la aplicación de un procedimiento sistemático en forma imperfecta.

³⁶ En este trabajo las autoras abordan el estudio de errores que cometen los alumnos en el aprendizaje de las matemáticas, en forma comparativa entre los niveles secundario, terciario y universitario. En : <http://www.rieoei.org/1285.htm>

Cíclicamente las investigaciones en Educación Matemática se han dedicado al estudio de los errores. En Tabla13 se presentan algunos de los aportes más importantes en el este tipo de estudios:

Tabla 13: Aportes en el estudio de errores

Ubicación Temporal (por décadas)		Aportes
1900-1920	Thorndike	Inicia los estudios sobre errores en "Aritmética" de escolares ¹
1920	Weiner	Ha sido un pionero en el estudio de errores siendo quien instauró la piedra fundacional de la Didáctica orientada a su estudio, quien trabajo en la búsqueda de patrones de errores, y sus esfuerzos estuvieron dirigidos a los errores en la diferentes materias, abordando todas las edades escolares. (del Puerto, Minnaard, Seminara, 2006)
1930	Buswell, Judd y Brueckner	Se analizaron la persistencia en la aplicación de técnicas erróneas en forma Individual y en la clasificación de los errores.(Engler et al, 2004)
1960		En la Unión Soviética, se potencia el análisis de errores al vigorizarse la investigación en educación matemática. (Engler et al , 2004)
1970	Brown y Burton	Estos autores en 1978 dan un giro al análisis del rendimiento, no limitándose exclusivamente a la detección de errores, sino al análisis exhaustivo de los procesos responsables ² Partiendo de la comparación

¹ Edward Thorndike (1874-1949)Psicólogo y pedagogo estadounidense, se lo considera el antecesor de la psicología conductista

² Se sugiere la lectura de

http://www.cucs.udg.mx/avisos/Martha_Pacheco/Software%20e%20hipertexto/Antologia_Electronica_pa121/Palacios-cap9.PDF p 6

		alumnos, discutir con ellos sus concepciones erróneas, y presentarles luego situaciones matemáticas que les permitan reajustar sus ideas. (del Puerto, Minnaard, Seminara, 2006)
--	--	--

Fuente: Adaptado de Brousseau, Davis y Werner(1986); Cury(1994); Rico(1995); Radatz (1980); Pochulu (2005); Engler et al (2004); del Puerto, Minnaard, Seminara (2006)

Pochulu (2005) indica que los estudios que aborda el análisis de errores se los pueden agrupar según los objetivos que persiguen como el superar el error a través de la eliminación del mismo o estudiando sus potencialidades.

Actualmente el error es considerado una parte importante dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje. Los especialistas sugieren diagnosticar los errores, detectar las concepciones erróneas de los alumnos e implementar estrategias que permitan superarlas.

3.2 Fundamentos epistemológicos

Desde el punto de vista epistemológico la matemática educativa se ha formulado preguntas con respecto a las construcciones mentales que los alumnos deben hacer para que se dé el conocimiento matemático, estas han ido oscilando entre su naturaleza, sus formas y condiciones de construcción.

Cordero Osorio (2001)⁴¹ reflexiona que

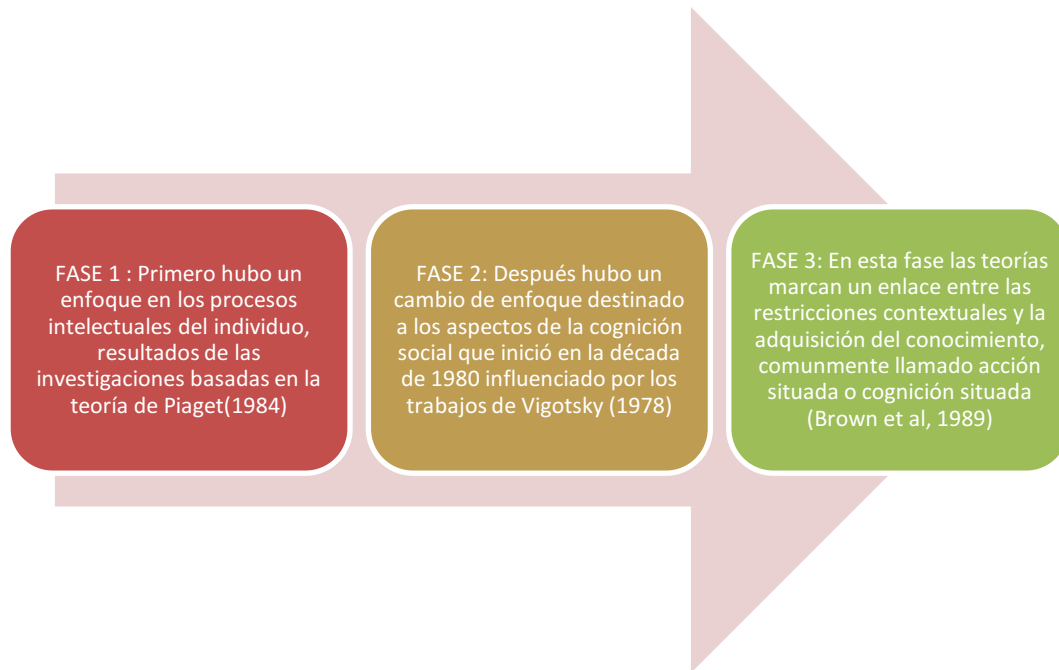
A pesar de los diferentes tipos de preguntas, el conocimiento matemático ha adquirido un carácter universal, tal vez porque los modelos teóricos (que tratan del conocimiento) han enfocado la atención en la actividad matemática, es decir, han ofrecido esquemas explicativos de las construcciones a través de los objetos matemáticos.

Godino (2003) hace referencia al conflicto que trae el término cognitivo haciendo referencia a procesos mentales que se ponen en el escenario cuando aparece un problema. Este autor señala que al hablar de cognición en matemática se establecen relaciones dialécticas entre la “*cognición individual*” y la “*cognición institucional*”.

⁴¹Cordero Osorio, F.(2001). *La distinción entre construcciones del Cálculo. Una epistemología a través de la actividad humana*. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa. Vol.4, Núm.2. pp.103-128

Es posible indicar que el estudio del desarrollo cognitivo se ha ampliado si consideramos tres de sus fases de la siguiente manera: (Gráfico 12)

Gráfico 12: Fases de los estudios del desarrollo cognitivo



Fuente: Adaptado de Cordero Osorio, 2001⁴²

En el Gráfico 13 es posible observar las componentes y facetas de la cognición en matemática:

⁴²Piaget, J. y Garcia, R. (1984) *Psicogénesis e historia de la ciencia* (segunda edición). México: Siglo XXI editores
Vigotsky, L. (1978). *Mind in Society. The development of higher psychological processes*. EEUU: Harvard University Press
Brown, J. ; Collins, A. & Duguid, P. (1989) *Situated cognition and the culture of learning*. *Educational Research* 18(1), 32-42

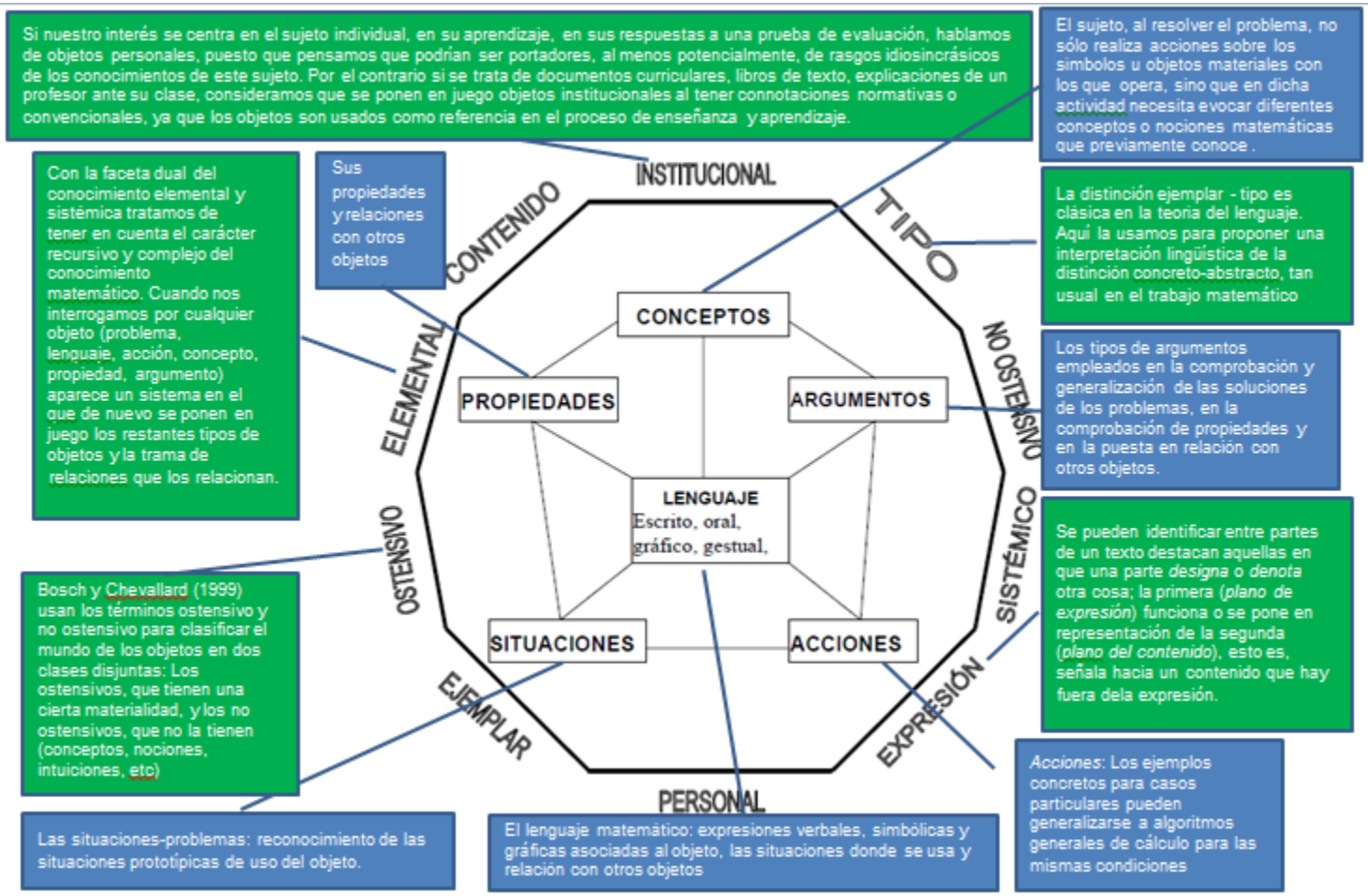


Gráfico 13: Componentes y facetas de la cognición en matemática (Adaptación propia de Godino, 2003:146)

La dimensión epistemológica desempeña un papel fundamental, pues en ella se trazan marcos de referencia del contenido matemático para hacer la elección de situaciones, es decir, para establecer los marcos en los que suceden las situaciones y los obstáculos que distinguen tales marcos. (Cordero Osorio, 2001:108)

Godino (2003) indica que en la competencia se ponen en juego conocimientos procedimentales mientras que en la comprensión los conocimientos son conceptuales y argumentativos y que en las matemáticas, los dos conocimientos se relacionan pudiendo a veces “*haber una separación y descoordinación entre ambas facetas*”. Cada vez que se transita un proceso de adquirir conocimiento, el error entra dentro de las posibilidades. Es decir la capacidad de conocer va de la mano de la posibilidad de considerar algunos conceptos como verdaderos cuando en realidad no lo son. La historia demuestra gran cantidad de ejemplos de este tipo. Sócrates señalaba que al transitar el camino buscando la verdad se puede errar, y para ello la autocrítica y la crítica racional puede corregirlos, permitiendo recuperar el camino.

El error es posible en todo proceso de adquisición y consolidación de conocimientos. El conocimiento humano es falible, esto es: unida a la capacidad que tiene el ser humano de conocer, se halla siempre presente la posibilidad de que conceptos y procedimientos deficientemente desarrollados, y aun completamente equivocados, sean considerados como verdaderos. Así ha ocurrido en numerosas oportunidades a lo largo de la historia, en que se han tenido por verdaderas concepciones que luego fueron rechazadas por no explicar adecuadamente la realidad.

Tanto el empirismo y el racionalismo centraron su tarea en la determinación de las fuentes últimas del conocimiento no pudiendo explicar este rasgo de falibilidad.

Popper propone la pregunta sobre cuál es la fuente última del conocimiento y cómo identificar el error y eliminarlo y propone el racionalismo crítico como la alternativa para asegurar el avance de la ciencia. En el avance del conocimiento juegan un papel muy importante la observación, el razonamiento y la intuición. Esta postura confiere al error el status de parte constituyente del proceso de adquisición del conocimiento: es intrínseco a nuestro modo de conocer, así como lo es la crítica permanente para detectarlo (Popper, 1979).

Lakatos hace referencia también a las conjeturas que se presentan cuando se intenta resolver un problema abierto, donde en forma dialéctica frente al planteo de la conjetura, surge la crítica a través de contraejemplos y de su superación (Lakatos, 1978).

Tanto Popper como Lakatos generan un cambio en la mirada al introducir la idea de que el error puede sostenerse en el tiempo y esto enfrentaría a las posturas más tradicionales que sostendrían al conocimiento científico que se basaría en la idea de verdad objetiva

Lakatos señala que el considerar determinado conocimiento como correcto o no depende de las teorías que se encuentren vigentes en ese momento y carecería de sentido analizarlos desde marcos de teóricos extemporáneos (Socas, 1997).

Por su parte Bachelard introdujo el concepto de obstáculo epistemológico para explicar la aparición de los errores en la conformación del conocimiento (Bachelard, 1988). Señala que los entorpecimientos y confusiones, que causan estancamientos y retrocesos en el proceso del conocimiento, provienen de una tendencia a la inercia, a la que da el nombre de obstáculo: se conoce en contra de un conocimiento anterior (insuficiente o adquirido deficientemente) que ofrece resistencia, la mayoría de las veces porque se ha fijado en razón de haber resultado eficaz hasta el momento; cuando se lo pretende utilizar en un contexto o una situación inadecuados, se produce el error. Brousseau (1997) tomó las ideas de Bachelard y las desarrolló en el ámbito específico del aprendizaje de la matemática, particularmente advierte dentro de la noción de obstáculo la manera de cambiar el significado del error. En su trabajo distingue entre obstáculos de origen psicogenético, que están vinculados con el estadio de desarrollo del aprendiz, los de origen didáctico, vinculados con la metodología que caracterizó al aprendizaje, y los de origen epistemológico, relacionados con la dificultad intrínseca del concepto que se aprende y que pueden ser rastreados a lo largo de la historia de la matemática, en la génesis misma de los conceptos. En todos los casos se destaca el carácter de resistentes que presentan estos obstáculos, y es necesaria su identificación, para luego alcanzar los nuevos conocimientos a partir de su superación. Por su parte, Vergnaud (1990) considera fundamental la influencia de los medios culturales sobre el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas por medio de establecer relaciones del conocimiento entre problemas y situaciones.

Cabe destacar también la importancia del componente social a través del aprendizaje cooperativo, permitiendo estudiar las construcciones mentales que realiza el estudiante para entender los conceptos matemáticos. De esta forma, se ha logrado evidenciar que las abstracciones de las propiedades y de las relaciones de las operaciones mentales explican los entendimientos matemáticos aunque no dan cuenta de la existencia del conocimiento matemático. (Asiala et al, 1996)

3.3 Errores en Matemática

El cognitivismo sostiene que la mente del alumno no es una página en blanco: el alumno tiene un saber anterior, y estos conocimientos anteriores pueden ayudar al nuevo conocimiento, pero a veces son un obstáculo en la formación del mismo. El conocimiento nuevo no se agrega al antiguo, sino que lucha contra él y provoca una nueva estructuración del conocimiento total. Los errores cometidos por los alumnos en matemática son una manifestación de esas dificultades y obstáculos propios del aprendizaje, y se acepta unánimemente que es necesaria la detección y análisis de los mismos, y su utilización positiva en una suerte de realimentación del proceso educativo.⁴³

Mulhern (1989) (citado por Rico, 1995) señala las siguientes características de los errores:

- Surgen, por lo general, de manera espontánea y sorprenden al profesor.
- Son persistentes y difíciles de superar, ya que requieren una reorganización de los conocimientos en el alumno.
- Pueden ser sistemáticos o por azar: los sistemáticos son más frecuentes y revelan los procesos mentales que han llevado al alumno a

⁴³ Abrate, Pochulu y Vargas (2006:22) consideran algunos ejemplos en los cuales se evidencia que un error permitió el desarrollo del conocimiento. Uno de ellos es el siguiente: el famoso y controvertido matemático Pierre de Fermat (1601–1665) planteó que todos los números de la forma $2^n - 1$ conocidos como números de Fermat, eran primos. Algún tiempo después otro famoso matemático, Euler (1707–1783), demostró la falsedad de dicha proposición planteando un contraejemplo. Sin embargo, el trabajo alrededor del problema permitió a Euler intuir la existencia de infinitos números primos –lo cual pudo demostrar– y es posible que haya descubierto que la proposición de Fermat tenía “algo de cierto”, al reconocer que existen infinitos números de Fermat”.

una comprensión equivocada, y los cometidos por azar son ocasionales.

- Muchas veces los alumnos no toman conciencia del error ya que no comprenden acabadamente el significado de los símbolos y conceptos con que trabajan.

Se identifican dos niveles en cuanto a los patrones regularidad de errores: se reconoce un nivel individual y un nivel colectivo ya que diferentes personas pueden producir errores semejantes. Es a partir de esta regularidad que ha sido posible realizar clasificaciones de los errores en el aprendizaje de la matemática, ya sea por su naturaleza, su posible origen o su forma de manifestarse.

Abrate, Pochulu y Vargas (2006) sostienen que

(...)es importante recordar que los errores, al igual que el fenómeno educativo, son la manifestación exterior de un proceso complejo en el que interactúan muchas variables; por ejemplo, profesor, alumno, currículo, contexto sociocultural. De allí la dificultad comprensible de aislar y delimitar las causas de un error con miras a su tratamiento.

En Tabla 14 se presentan las clasificaciones utilizadas más habitualmente para catalogar los errores:

Investigaciones	Clasificación de los errores
Radatz (1980)	<p>1. Dificultades del lenguaje Errores derivados del mal uso de los símbolos y términos matemáticos, debido a una falta de comprensión semántica del lenguaje matemático.</p> <hr/> <p>2. Dificultades para obtener información espacial Errores provenientes de la producción de representaciones icónicas (imágenes espaciales) inadecuadas de situaciones matemáticas</p> <hr/> <p>3. Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos Errores originados por deficiencias en el manejo de conceptos, contenidos y procedimientos para la realización de una tarea matemática. Estas deficiencias incluyen la ignorancia de los algoritmos, conocimiento inadecuado de hechos básicos, procedimientos incorrectos en la aplicación de técnicas y dominio insuficiente de símbolos y conceptos necesarios</p> <hr/> <p>4. Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento Son errores que en general son causados por la incapacidad del pensamiento para ser flexible, es decir, para adaptarse a situaciones nuevas. Dentro de esta clase de errores se tienen:</p> <p>4.1. Por perseveración Predominan los elementos singulares de un problema.</p> <p>4.2. De asociación Razonamientos o asociaciones incorrectas entre elementos singulares.</p> <p>4.3. De interferencia Cuando los conceptos u operaciones interfieren unos con otros.</p> <hr/> <p>5. Aplicación de reglas o estrategias irrelevantes. Errores producidos cuando se aplican reglas o estrategias similares en contenidos diferentes. El razonamiento por analogía sabemos que no siempre funciona en Matemática.</p>
Mavshovitz–Hadar, Zaslavsky e Invar (citados en	<p>1. Datos mal utilizados.</p>

<p>Rico, 1995) hacen una clasificación empírica de los errores, sobre la base de un análisis constructivo de las soluciones de los alumnos realizadas por expertos</p>	<p>Se incluyen aquí aquellos errores que se han producido por alguna discrepancia entre los datos que aparecen en una cuestión y el tratamiento que le ha dado el alumno. Dentro de este apartado se encuentran los casos en los que: se añaden datos extraños; se olvida algún dato necesario para la solución; se contesta a algo que no es necesario; se asigna a una parte de la información un significado inconsistente con el enunciado; se utilizan los valores numéricos de una variable para otra distinta, o bien, se hace una lectura incorrecta del enunciado.</p>
	<p>2. Interpretación incorrecta del lenguaje. Se incluyen en este caso los errores debidos a una traducción incorrecta de hechos matemáticos descritos en un lenguaje simbólico a otro lenguaje simbólico distinto. Esto ocurre al poner un problema en ecuaciones expresando una relación diferente de la enunciada; también cuando se designa un concepto matemático mediante un símbolo distinto del usual y operando con él según las reglas usuales; a veces se produce también una interpretación incorrecta de símbolos gráficos como términos matemáticos y viceversa</p>
	<p>3. Inferencias no válidas lógicamente. Esta categoría incluye aquellos errores que se producen por falacias de razonamiento, y no se deben al contenido específico. Encontramos dentro de esta categoría aquellos errores producidos por: derivar de un enunciado condicional su recíproco o su contrario; derivar de un enunciado condicional y de su consecuente, el antecedente; concluir un enunciado en el que el consecuente no se deriva del antecedente, necesariamente; utilizar incorrectamente los cuantificadores; o también, realizar saltos injustificados en una inferencia lógica.</p>
	<p>4. Teoremas o definiciones deformados. Se incluyen aquí aquellos errores que se producen por deformación de un principio, regla o definición identificable. Tenemos en este caso la aplicación de un teorema sin las condiciones necesarias; aplicar la propiedad distributiva a una función no lineal; realizar una valoración o desarrollo inadecuado de una definición, teorema o fórmula reconocibles.</p>
	<p>5. Falta de verificación en la solución. Se incluyen aquí los errores que se presentan cuando cada paso en la realización de la tarea es correcto, pero el resultado final no es la solución de la pregunta planteada; si el resolutor hubiese contrastado la solución con el enunciado el error habría podido evitarse.</p>

	<p>6. Errores técnicos. Se incluyen en esta categoría los errores de cálculo, errores al tomar datos de una tabla, errores en la manipulación de símbolos algebraicos y otros derivados de la ejecución de algoritmos básicos.</p>
<p>Davis (1984) elaboró una teoría de esquemas o constructos personales que le permitió tipificar e interpretar algunos de los errores más usuales de los alumnos en el aprendizaje de matemática.</p>	<p>Los errores clásicos explicados son: <i>reversiones binarias, errores inducidos por el lenguaje o la notación, errores por recuperación de un esquema previo, errores producidos por una representación inadecuada y reglas que producen reglas.</i></p>
<p>Booth (1984)</p>	<p>1. La naturaleza y el significado de los símbolos y las letras. Los símbolos son un recurso que permite denotar y manipular abstracciones. El reconocimiento de la naturaleza y el significado de los símbolos para poder comprender cómo operar con ellos y cómo interpretar los resultados les permitirá la transferencia de conocimiento aritmético hasta el álgebra.</p> <hr/> <p>2. El objetivo de la actividad y la naturaleza de las respuestas en álgebra. Muchos estudiantes no se dan cuenta y suponen que en las cuestiones algebraicas se les exige siempre una solución única y numérica.</p> <hr/> <p>3. La comprensión de la aritmética por parte de los estudiantes. Las dificultades que los estudiantes presentan en el álgebra muchas veces no son tanto dificultades en el álgebra como problemas que se quedan sin corregir en la aritmética. En la mayoría de los errores cometidos en aritmética, los alumnos reflejan dificultades de interiorización del concepto o falta de percepción.</p> <hr/> <p>4. El uso inapropiado de “fórmulas” o “reglas de procedimiento”. Algunos errores se deben a que los alumnos usan inadecuadamente una fórmula o regla conocida que han extraído de un prototipo o libro de texto y que usan tal cual la conocen o la adaptan incorrectamente a una situación nueva. La mayoría de estos errores se originan como falsas generalizaciones sobre operadores o sobre números. Pueden ser mal uso de la propiedad distributiva, al uso de recíprocos, cancelación, falsas generalizaciones sobre números y el uso de métodos informales por parte de los estudiantes.</p>
<p>Esteley – Villarreal (1990, 1992, 1996)</p>	<p><i>A. Errores al operar con números reales en cálculos, planteo y resolución de ecuaciones.</i> <i>B. No empleo o uso parcial de la información.</i> <i>C. No verificación de resultados parciales o totales</i> que se manifiesta en: desconexión entre lo analítico y lo gráfico, respuestas consecutivas incoherentes entre sí y no comprobación de que los resultados obtenidos satisfacen la o las ecuaciones</p>

	<p>originales.</p> <p><i>D. Empleo incorrecto de propiedades y definiciones (de números o funciones).</i></p> <p><i>E. No verificación de condiciones de aplicabilidad de teoremas, definiciones, etc. En un caso particular.</i></p> <p><i>F. Deducción incorrecta de información o inventar datos a partir de la dada.</i></p> <p><i>G. Errores de lógica: justificaciones inadecuadas de proposiciones y uso inadecuado del lenguaje.</i></p> <p><i>H. Errores al transcribir un ejercicio a la hoja de trabajo.</i></p>
Azcárate et al. (1996) cita una investigación realizada por Orton basada en un trabajo acerca del concepto de derivada con alumnos de entre 16 y 22 años	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Errores estructurales:</i> relacionados con los conceptos esenciales implicados 2. <i>Errores arbitrarios:</i> el alumno se comporta arbitrariamente sin tener en cuenta los datos del <i>problema</i>. 3. <i>Errores ejecutivos:</i> errores en la manipulación, si bien los conceptos implicados pueden ser comprendidos.
Astolfi (1999)	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Errores debidos a la redacción y comprensión de las instrucciones.</i> 2. <i>Errores resultado de los hábitos escolares o de una mala interpretación de las expectativas.</i> 3. <i>Errores como resultado de las concepciones alternativas de los alumnos.</i> 4. <i>Errores ligados a las operaciones intelectuales implicadas.</i> 5. <i>Errores en los procesos adoptados.</i> 6. <i>Errores debidos a la sobrecarga cognitiva en la actividad.</i> 7. <i>Errores que tienen su origen en otra disciplina.</i> 8. <i>Errores causados por la complejidad propia del contenido</i>

Tabla 14: Clasificación de los errores (Rico(1995); Radatz (1980); Pochulu (2005); Engler et al (2004); del Puerto, Minnaard, Seminara (2006))

3.4 Nuevas perspectivas en el tratamiento de los errores

Morin (2011:109) considera que

Todo conocimiento es traducción y reconstrucción y las fermentaciones fantásmicas parasitan cualquier conocimiento, el error y la ilusión son problemas cognitivos permanentes de la mente humana.

A pesar de sus capacidades de control y verificación, el conocimiento humano ha corrido y sigue corriendo riesgos formidables de error y de ilusión. Son de orden individual (self-deception o autoengaño, falsos recuerdos, represiones inconscientes, alucinaciones, racionalizaciones abusivas, etc.); cultural o social (impronta en la mente de las certezas, normas, tabús de una cultura); paradigmático (cuando el principio organizador del conocimiento impone la disociación allí donde hay unidad, la unidad allí donde hay pluralidad, la simplicidad allí donde hay complejidad); noológico (cuando un dios, un mito, una idea se apoderan de un individuo que acaba de estar poseído por el dios o la idea).

Dentro de esta perspectiva son diversos los autores (Morín,2009 ; Burger &Starbird, 2013;Rico,1995 ; Pochulu, 2005; Engler et al, 2004; Abrate, Pochulu& Vargas, 2006) que consideran que el error es un elemento crítico del aprendizaje, la enseñanza y la resolución de problemas en forma creativa y eficaz.

Varela et al (1996: 146) sugiere aprovechar los errores más frecuentes para:

- establecer la diferencia entre una proposición y su recíproca
- aplicar en los conjuntos numéricos los conceptos sobre factorización estudiados en el conjunto de los polinomios
- establecer las propiedades que vinculan el orden con la adición y la multiplicación en el conjunto de números reales
- mostrar la necesidad de analizar todos los casos que se presentan evitando actuar mecánicamente
- generar situaciones que los lleve a tomar conciencia de los errores y en consecuencia a superarlos

En las investigaciones sobre errores más actuales, se observa un creciente interés en focalizar no solo en las respuestas correctas de los alumnos, sino también en los errores más frecuentes.

Socas (2008) considera que los errores que cometen los alumnos pueden tener tres orígenes distintos: Obstáculo, Ausencia de sentido y Actitudes afectivas y emocionales. Los errores que se originan por Obstáculos (epistemológicos, didácticos, cognitivos) nacen por la resistencia a ciertos conceptos matemáticos. Los errores que se originan por Ausencia de sentido surgen en los distintos estadios de desarrollo (semiótico, estructural y autónomo) que se dan en los distintos sistemas de representación⁴⁴. A modo de ejemplo, el autor considera que en el Algebra estos tipos de errores pueden tener origen en la Aritmética, en los procedimientos inadecuados o en las características propias del lenguaje algebraico. Por otra parte, los errores que tienen su origen en Actitudes afectivas y emocionales tiene distinta naturaleza: falta de concentración, excesiva confianza, bloqueos, olvidos, etc.(Gráfico 14)

Gráfico 14: Origen de los errores.



Fuente: Socas, 2008: 34. En:

http://funes.uniandes.edu.co/1247/1/Socas2008Dificultades_SEIEM_19.pdf

⁴⁴ Las representaciones semióticas son un medio del cual dispone un individuo para exteriorizar sus representaciones mentales, es decir, para hacerlas visibles o accesibles a los demás. Además de sus funciones de comunicación, las representaciones semióticas son necesarias para el desarrollo de la propia actividad matemática. La posibilidad de efectuar tratamientos (operaciones, cálculos) sobre los objetos matemáticos depende directamente del sistema de representación semiótico utilizado. El progreso de los conocimientos matemáticos se acompaña siempre de la creación y del desarrollo de sistemas semióticos nuevos y específicos que más o menos coexisten con el de la lengua natural.

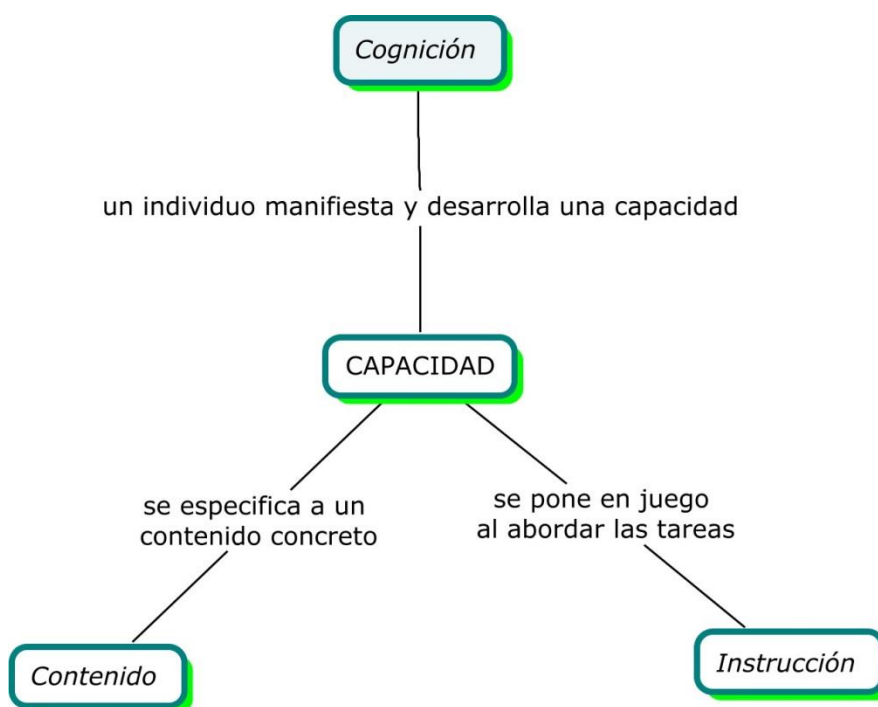
Godino, J.(2003) Teoría de las funciones semióticas. Un enfoque ontológico-semiótico de la cognición e instrucción matemática. Universidad de Granada, España. En: <http://www.ugr.es/~jgodino/funciones-semioticas/monografiatfs.pdf> [Consultado 14/02/2014]

3.5 Capacidades, competencias y tareas

Lupiañez y Rico (2008) señalan la necesidad clarificar las competencias que los alumnos deberían desarrollar durante su formación. Asimismo, los autores consideran que “una capacidad se refiere a la actuación de un estudiante respecto de cierto tipo de tareas”. Y se dice que ha alcanzado su desarrollo, justamente cuando las emplea para resolver tareas o situaciones que la requieran.

En síntesis, “la noción de capacidad es un elemento que relaciona los aspectos cognitivos (un individuo desarrolla una capacidad), de contenido(es específica a un tema concreto) y de instrucción (se refiere a tipos de tareas o problemas)”. En el Gráfico 15 se muestran estas relaciones:

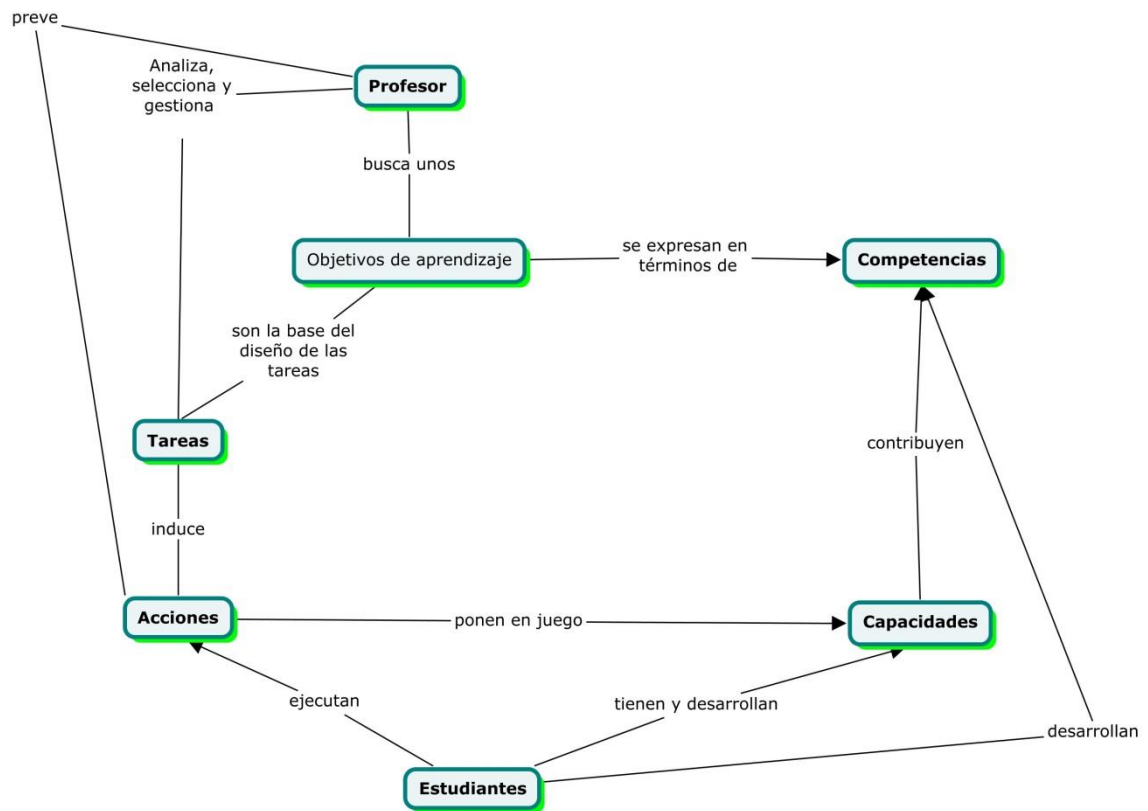
Gráfico 15: Relaciones de la noción capacidad



Fuente: Gómez y Lupiañez, 2007 (citado por Lupiañez y Rico, 2008: 39)

En el Gráfico 16 se observan las relaciones entre competencias, capacidades y tareas:

Gráfico 16: Relaciones entre competencias, capacidades y tareas



Fuente: Gómez y Lupiañez, 2007 (citado por Lupiañez y Rico, 2008: 41)

En el proyecto PISA/OCDE⁴⁵ se identifican las competencias que se buscan y se establecen tres niveles de complejidad en los ejercicios propuestos.

Cada una de las tareas enunciadas admite tipos diferentes de complejidad, lo cual afecta al modo en que deben ejecutarse los correspondientes procesos. (Rico, 2006)

Dichas clases de complejidad para las tareas son:

Primera clase: Reproducción y procedimientos rutinarios.

Segunda clase: Conexiones e integración para resolver problemas estándar.

⁴⁵El Programme for International Student Assessment (PISA) se establece para contribuir al desarrollo de los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y generar indicadores del capital en educación para una sociedad. El criterio de clasificación de complejidad de las tareas/problemas es el que se utilizará en el presente trabajo.

Tercera clase: Razonamiento, argumentación, intuición y generalización para resolver problemas originales.

Los indicadores para las tareas que se incluyen en cada una de las categorías se resumen en la Tabla 15:

Tabla 15: Indicadores que caracterizan las tareas según categorías

REPRODUCCIÓN	CONEXIÓN	REFLEXIÓN
<ul style="list-style-type: none"> - Contextos familiares - Conocimientos ya practicados - Aplicación de algoritmos estándar - Realización de operaciones sencillas - Uso de fórmulas elementales 	<ul style="list-style-type: none"> - Contextos menos familiares - Interpretar y explicar - Manejar y relacionar diferentes sistemas de representación - Seleccionar y usar estrategias de resolución de problemas no rutinarios 	<ul style="list-style-type: none"> - Tareas que requieren comprensión y reflexión - Creatividad - Ejemplificación y uso de conceptos - Relacionar conocimientos para resolver problemas complejos - Generalizar y justificar resultados obtenidos

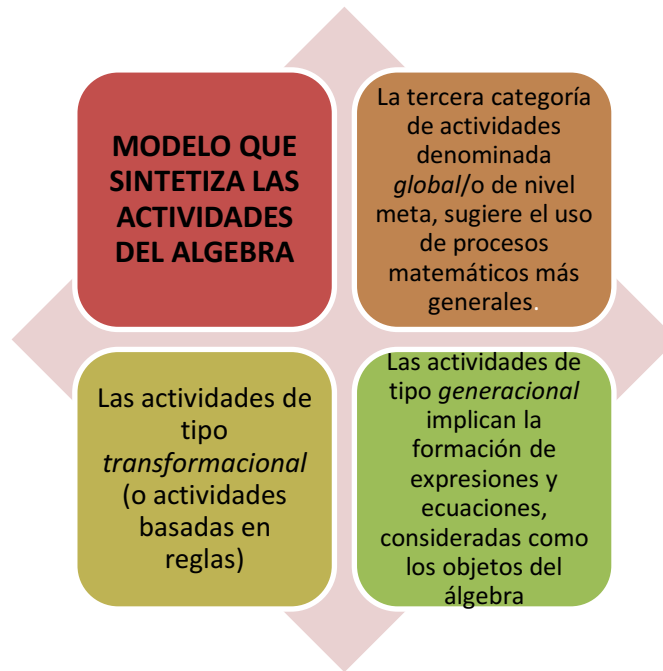
Fuente: Lupiáñez et al 2005(citado por Rico, 2006: 289)

En el Test Diagnóstico 2013, la Unidad temática 2 (Ecuaciones) y la Unidad temática 5 (Polinomios) corresponden al Álgebra⁴⁶. Diversos autores han intentado caracterizar el

⁴⁶Si bien se sabe que desde tiempos muy remotos la aritmética fue utilizada con distintos fines, el álgebra surge mucho tiempo después, ya que implicó alcanzar el concepto abstracto del número y en esto juegan un papel fundamental los matemáticos árabes y particularmente, a Al-Hwarizmi (Siglo IX d.C.) que sentó las bases del álgebra tal como la conocemos hoy en día. El álgebra es la parte de las matemáticas que tienen por objeto generalizar todas las cuestiones que se pueden proponer sobre las cantidades. El concepto algebraico de cantidad es mucho más amplio que el aritmético, puesto que mientras en aritmética las cantidades se representan mediante números que expresan valores determinados, en álgebra las cantidades se representan mediante letras que pueden representar cualquier valor que se les asigne. Matemática 1. Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo. En: http://www.eplc.umich.mx/salvadors/matematicas1/contenido/CapII/2_1_def.htm [Consultado: 20/03/2014]

álgebra que se utiliza en la escuela. Kieran (2007) propone un modelo que sintetiza las actividades del álgebra escolar en tres tipos: generacional, transformacional y global o de meta-nivel. (Gráfico 17)

Gráfico 17 : Modelo que sintetiza las actividades del álgebra



Fuente: Adaptación de Kieran, 2007

Asimismo, en algunos de los ejercicios propuestos en el TD 2013, fundamentalmente en la Unidad 4 (Relaciones trigonométricas en un triángulo rectángulo), se busca evaluar los procesos y capacidades de los sujetos para realizar ciertas tareas que requieren *ver* o *imaginar* mentalmente los objetos geométricos espaciales, así como relacionar los objetos y realizar determinadas operaciones o transformaciones geométricas con los mismos. La noción de “*imagen visual*” es definida por Presmeg (1986: 42) como “*un esquema mental (no ostensivo) que representa información visual o espacial (ostensiva)*”. Además, señala que tales imágenes visuales se pueden tener en presencia del objeto perceptible o en su ausencia. Su definición también permite la posibilidad de que los símbolos matemáticos, verbales o numéricos, se puedan disponer espacialmente, de forma ostensiva o no ostensiva (por ejemplo, los patrones numéricos). Por otra parte, Fernández Blanco et al (2012) afirma que

La interacción entre las representaciones externas e internas es fundamental para la enseñanza y el aprendizaje. El interés primario del

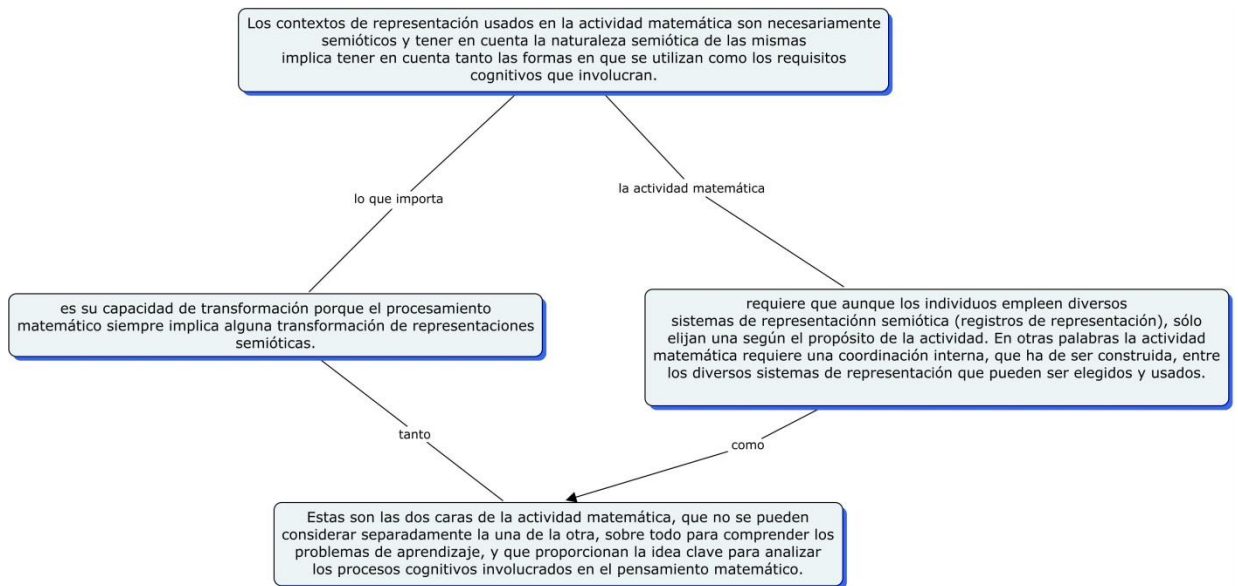
proceso de instrucción se centra sobre la naturaleza de las representaciones internas en proceso de desarrollo por los estudiantes. Las conexiones entre representaciones se pueden basar en el uso de analogías, imágenes y metáforas, así como semejanzas estructurales y diferencias entre sistemas de representación.

Cabe destacar, que en matemática existen distintos “registros de representación”. Duval (2006, 1993) enfatiza que

La actividad matemática se realiza necesariamente en un “registro de representación”. Por ejemplo los números naturales se pueden representar con material como cerillas (IIII IIII), con puntos, con una representación poligonal, y también con el sistema de notación decimal, que tiene un signo algo extraño, el cero. Pero los estudiantes también deberían ser capaces de reconocer el mismo objeto matemático de conocimiento en otros contextos de representación y usarlos.

Tal como se observa en el Gráfico 18, los contextos de representación son necesariamente semióticos e implican dos procesos: la transformación y la coordinación interna.

Gráfico 18: Los contextos de representación en la actividad matemática

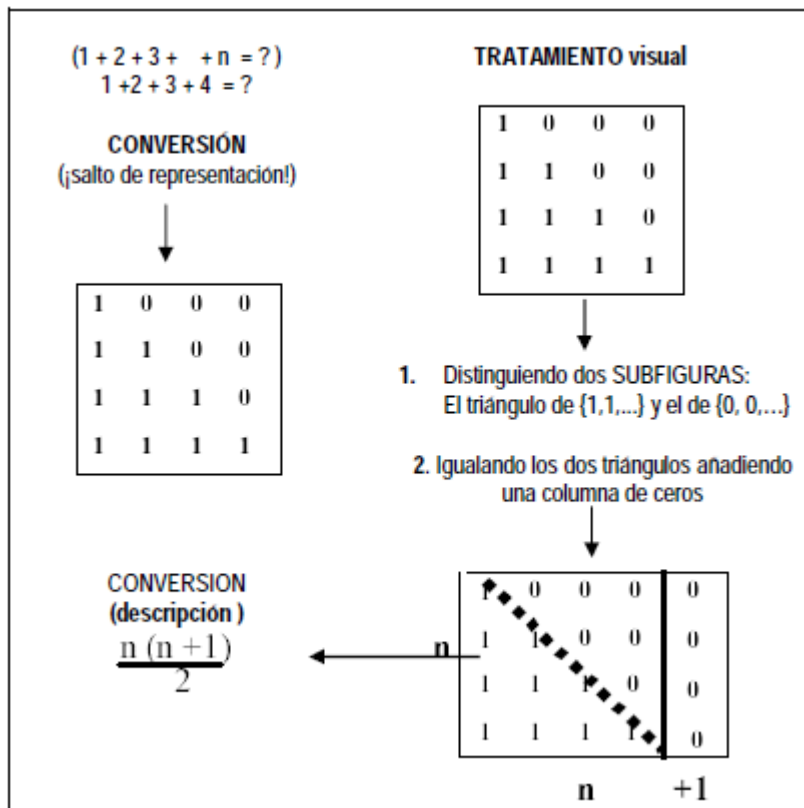


Fuente: Adaptado de Duval, 2006:145

Duval (2006) distingue dos clases de transformaciones de representaciones semióticas: la conversión y el tratamiento. El autor, propone un ejemplo en el

que ambas transformaciones se van entrelazando, como ocurre habitualmente en cualquier actividad matemática (Gráfico 19)

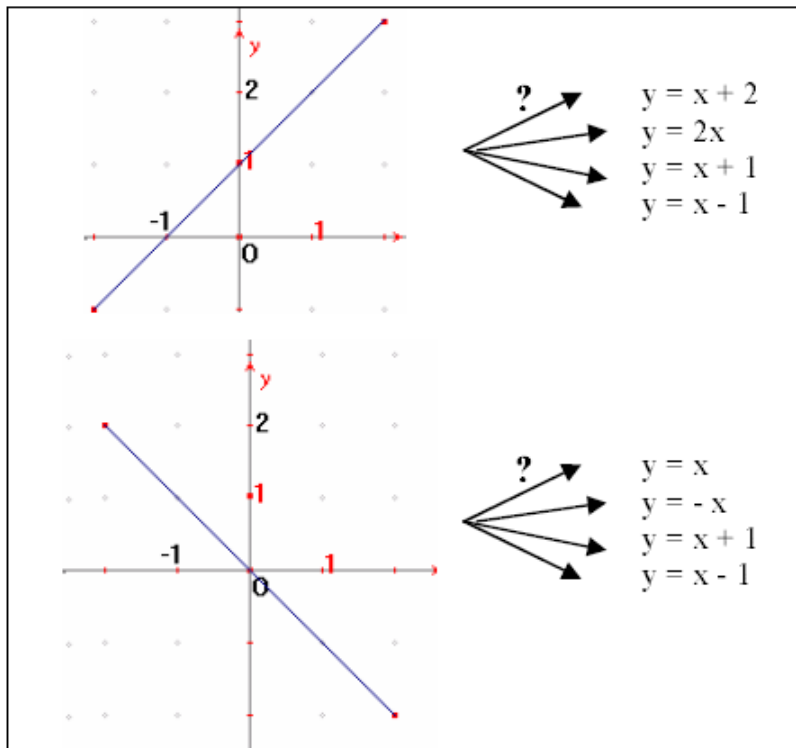
Gráfico19: Alternancia entre conversión y tratamiento en la resolución de una situación problemática.



Fuente: Duval, 2006: 146

Resulta significativo destacar que el paso de un registro a otro implica un salto cognitivo, a modo de ejemplo Duval (2006) muestra un cambio de registro en que se pasa de la representación gráfica a la notación algebraica (habitualmente este cambio de registro se hace a la inversa de la notación algebraica a la representación gráfica) (Gráfico 20).

Gráfico 20: Conversión entre la representación gráfica y la notación algebraica.



Fuente: Duval, 2006 : 150

En los problemas propuestos en el TD 2013, en particular en la Unidad 3 (Funciones) se han elegido ejercicios que propicien estos cambios de registro, a fin de detectar a través de los aciertos o errores estos saltos cognitivos.

CAPÍTULO 4 - DISEÑO METODOLÓGICO

“Como el artesano, el investigador construye su objeto de estudio solo cuando domina el uso de sus herramientas”

Enrique Crivisqui, 2001⁴⁷

4.1 La perspectiva metodológica del presente estudio

Partiendo del enfoque seleccionado se presenta la estrategia metodológica y las principales decisiones tomadas señalando las razones que motivaron a ello y las consecuencias de su adopción. La selección de estrategias metodológicas, ha tenido como fin último dotar a la investigación de validez y confiabilidad. Estas estrategias han sido estructuradas en fases con el fin de exponer con claridad los objetivos que cada una de ellas persiguió y además facilitar la explicación de los procedimientos e instrumentos utilizados. Cabe aclarar que esta división no implica una secuenciación temporal lineal, ya que muchas de las actividades se superponen en el tiempo que demandó la realización del presente estudio.

Se plantean tres hipótesis de trabajo:

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.

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.

⁴⁷Crivisqui, E. (2001). *El análisis estadístico y las Ciencias Sociales*. La Sociología en sus escenarios N° 5. En : <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/ceo/index> [Consultado: 12/02/2014]

Las investigaciones descriptivas⁴⁸ 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 variables⁴⁹. En este caso describe qué sucede cuando se incorpora un Test diagnóstico al inicio de los estudios universitarios identificando las competencias adquiridas previamente en el nivel secundario de estudios.

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)

Las técnicas que se utilizaron para recoger los datos post experiencia han sido desde una perspectiva cuantitativa y desarrollada a través de los resultados del Test diagnóstico 2013. La investigación, indaga las competencias de ingreso en el área de matemática⁵⁰, de los aspirantes a las carreras de ingeniería⁵¹, y explora el potencial de un software

⁴⁸Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de las personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis (Hernández Sampieri, 2010: 80). En líneas generales podemos decir que los estudios descriptivos miden de manera más bien independiente los conceptos o variables a los que se refieren, aunque el autor señala también que las mediciones de cada una de dichas variables se pueden integrar para decir cómo es y cómo se manifiesta el fenómeno de interés. (Hernández Sampieri, 2010: 81). Se trata de estudios observacionales, en los cuales no se interviene o manipula el factor de estudio, es decir se observa lo que ocurre con el fenómeno en estudio en condiciones naturales, en la realidad. Por otra parte, las investigaciones interpretativas, no solo se enfocan en la mera descripción de los hechos, ni a su explicación causal, sino a la interpretación o comprensión de los fenómenos. El asunto a investigar se concibe como signo o expresión de un sentido o significado a develar. (Ynoub, 2007)

⁴⁹Otra manera de evaluar conjuntamente el comportamiento de diversas variables es a través de lo que se llama de modo un tanto genérico, correlaciones. De modo más preciso el interés está puesto en evaluar la variación concomitante entre diversas variables. Ynoub (2007) considera que por variación concomitante se entiende el hecho de que su pauta de variación presenta un patrón semejante para ambas (o para todas aquellas variables consideradas conjuntamente): si una se incrementa la otra también lo hace de alguna manera sistemática (en la misma proporción o en proporciones identificables); o por el contrario, cuando una disminuye la otra aumenta, o viceversa, pero siempre conforme a un patrón de variación sistemático. Es importante destacar que, si dos variables varían de manera sistemática una con otra, no significa, sin embargo, que una sea la causa de otra.

⁵⁰Por otra parte, Paenza (2006) en su libro *Matemática ¿estás ahí?* sugiere que una definición de la Matemática, más acorde al siglo XXI sería “La matemática es la ciencia de los patrones” La tarea de un matemático es buscar peculiaridades, cosas que se repitan, patrones numéricos, de forma, de comportamiento, de movimiento, etc. Estos patrones pueden provenir del mundo que nos rodea, de las profundidades del espacio y del tiempo o de los debates internos de la mente.

⁵¹El aprendizaje eficaz requiere que los alumnos operen activamente en la manipulación de la información a ser aprendida, pensando y actuando sobre ello para revisar, expandir y asimilarlo. Por lo tanto y desde una perspectiva didáctica, estamos construyendo competencias. En esta línea, Cano García (2008) considera que el concepto de competencia implica: a) integrar conocimientos, habilidades y actitudes ofreciendo oportunidades para mostrar esta integración; b) realizar ejecuciones; c) actuar en forma contextual, evaluando el conocimiento de cuando y como aplicar los conocimientos disponibles; d)

desarrollado específicamente para la implementación a nivel nacional del denominado Test Diagnóstico. Esta evaluación, que tal como surge de su nombre tiene una finalidad exclusivamente diagnóstica se administró en el año 2013 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 la herramienta tecnológica, que facilitó, 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. Con el fin de recabar información la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU) en el marco del Plan Estratégico de Formación de Ingenieros (PEFI) en forma coordinada con el CONFEDI decidieron, realizar un Test a los ingresantes a carreras de ingeniería en el 2013, con una finalidad diagnóstica para el área de matemática. El instrumento de recolección de datos, denominado Test Diagnóstico se implementó en 60 universidades de todo el país (públicas y privadas) del 4 de febrero al 31 de marzo de 2013. 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 informático⁵² que facilita su

entenderlo de forma dinámica evaluando el desarrollo; e) actuar con autonomía corresponsabilizándose del aprendizaje evaluando el autoaprendizaje. En la misma línea, Ahumada Acevedo (2005) enfoca esta situación como “una necesidad de recurrir a procedimientos evaluativos que aporten evidencias de que el estudiante está interrelacionando sus conocimientos previos con los nuevos aprendizajes que se le presentan”.

⁵² 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 multimedia e hipertextos. Entre estas podemos destacar: cambiar una respuesta dada antes de guardar, dar los resultados de aprobación/ desaprobarción 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)

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, disponible tanto para la Secretaría de Políticas Universitarias, como para el CONFEDI, y un desagregado por unidad académica, que facilita la toma de decisiones estratégicas en relación a sus propios ingresantes. El equipo de trabajo coordinado desde el Programa de Calidad Universitaria de la Secretaría de Políticas Universitarias, donde se encuentra radicado el PEFI, decidió armar una base de datos de 10 ejercicios por cada una de las unidades cuyos contenidos se decidió evaluar. Las unidades temáticas fueron cinco, Unidad 1: Números reales, Unidad 2: Ecuaciones, Unidad 3: Funciones, Unidad 4: Relaciones trigonométricas en un triángulo rectángulo, Unidad 5: Polinomios. Como se señaló, el Test fue realizado on line a través de un software diseñado para este propósito. 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.

Dentro de los instrumentos de recolección de datos, en este caso se utilizó el Test o pruebas estandarizadas⁵³. 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 CONFEDI⁵⁴. En función de esto se decidió armar una base de datos de 10 ejercicios por cada unidad. El instrumento elaborado bajo las condiciones enunciadas anteriormente se aplicó 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.

A continuación, se describen y definen las variables que se utilizaron en la investigación, las que encuentran su fundamentación en la bibliografía relevada y que ha quedado plasmada en el marco teórico del presente estudio. Para definir estas variables y su

⁵³Ynoub (2007) destaca que la palabra “estándar” significa “modelo, norma o patrón de referencia”

⁵⁴ En el plenario de CONFEDI realizado en la ciudad de Campana el 1 y 2 de noviembre de 2012, se definieron las características más relevantes del Test Diagnóstico y su implementación. Asimismo, se aprobó un modelo tentativo.

posterior operacionalización seguimos el procedimiento de Cea D'Arcona (1998) recogiendo también el aporte de otro autor (Sierra Bravo: 2001)⁵⁵

4.2 El sistema de matrices de datos

Se adopta la propuesta de Samaja (2010) quien sostiene que la estructura general del dato científico tiene cuatro componentes: la unidad de análisis (UA), las variables (V), los valores (R) y los indicadores (I).⁵⁶ Se presentan a continuación en forma detallada las matrices a Nivel Supraunitario, de Nivel de Anclaje o Nivel Focal y de Nivel Subunitario, explicitando Variable, Dimensiones, Indicadores, Escalas y Valores.

⁵⁵Estos autores establecen las etapas como: Enunciar y definir la variable, Deducir dimensiones o aspectos y Buscar indicadores o circunstancias empíricas concretas.

⁵⁶El autor sostiene que en toda investigación científica hay más de una matriz de datos, es por esto que sugiere que es más correcto considerar la noción de “sistema de matrices de datos”⁵⁶. Como mínimo tres matrices de datos: la matriz de anclaje o matriz focal, es la matriz en la que se ha decidido anclar la investigación denotándola N_a ; la matriz subunitaria constituida por las componentes de la matriz focal, que se denota N_{-1} y la matriz supraunitaria o matriz de los contextos de la matriz focal, que se denota N_{+1} . Se sugiere la lectura de SAMAJA, J. (2010). *Epistemología y Metodología. Elementos para una teoría de la investigación científica*. Editorial Eudeba. Buenos Aires. pp.166-168

Matriz del Nivel Supraunitario

Unidad de Análisis	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALAS	VALORES
Alumno	Carrera a la que se inscribieron		Carrera dentro de las ingenierías a la que se inscribieron	Escala nominal	Mecánica Industrial
	Estudios previos	Escuela de procedencia	Escuela en la que el ingresante ha realizado la escuela media	Escala nominal	Listado de las escuelas que consta en la base del sistema Guaraní.
		Tipo de escuela de procedencia	Escuela técnica Otras escuelas	Escala nominal dicotómica	Si/no
		Año de egreso del secundario	Año en el que finalizó los estudios	Escala de intervalo	2000, 2001, 2002, ..., 2013
		Duración de la escuela media	Años que dura la escuela media	Escala de intervalo	5, 6, 7, 8
		Realización de curso de ingreso	Realiza curso de ingreso previo o en simultáneo con el Test diagnóstico	Escala nominal dicotómica	Si/no
	Situación laboral	Condición frente al trabajo	Desarrolla actividad laboral en dependencia (registrada o no) o en forma independiente	Escala Nominal dicotómica	Si/no
		Intensidad horaria de la jornada laboral	Cantidad de horas diarias de trabajo	Escala de intervalo	1, 2 y siguientes

Diagnóstico de la competencia en función de la cantidad de ejercicios bien resueltos		Porcentaje de ejercicios correctamente resueltos en el Test diagnóstico.	Escala de razón	20%,40%,60% 80%,100%
---	--	--	-----------------	-------------------------

Matriz del Nivel de Anclaje o Matriz focal

Unidad de Análisis	VARIABLES	Dimensiones	Indicadores	Escalas	Valores
Exámenes (Test diagnóstico)	Tipo de problema	Tipo de problema en función de la representación semiótica	Para su resolución aplica definiciones Para su resolución aplica propiedades Para su resolución realiza operaciones numéricas Tiene gráfico que acompaña enunciado textual Tiene expresiones algebraicas que acompañan enunciado textual Para su resolución aplica fórmulas Tiene solamente enunciado textual	Escala Nominal	Si/No
	Rendimiento académico		Cantidad de ejercicios bien resueltos	Frecuencia de los aciertos	Escala de intervalo
		Tipo de errores por Unidad temática ⁵⁷	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	Escala Nominal	Si/No

⁵⁷Se utiliza la clasificación de Radatz(1980) descrita en el Capítulo3 pp.57.

Matriz del Nivel Subunitario

Unidad de Análisis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Escalas	Valores
Tipo de error⁵⁸	Dificultades del lenguaje		Mal uso de los símbolos matemáticos Mal uso de los términos matemáticos Interpreta mal el enunciado La respuesta del problema no es coherente con el enunciado	Escala nominal dicotómica	Si/No
	Dificultades para obtener información espacial		Representaciones icónicas (imágenes espaciales) inadecuadas de situaciones matemáticas Pasaje deficiente entre un sistema de representación textual y el sistema de representación gráfico	Escala nominal dicotómica	Si/No
	Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos	Conceptual	Deficiencias en el manejo de conceptos, contenidos Dominio insuficiente de símbolos	Escala nominal dicotómica	Si/No
		Procedimental	Procedimientos inadecuados para la realización de una tarea matemática		
	Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	Perseveración	Predominancia de los elementos singulares de un problema	Escala nominal dicotómica	Si/No
		Asociación	Razonamientos o asociaciones incorrectas entre elementos singulares		
	Interferencia	Cuando los conceptos u operaciones interfieren unos con otros			
Aplicación de reglas o estrategias irrelevantes		Aplicación de reglas similares en contenidos diferentes Aplicación de estrategias similares en contenidos diferentes	Escala nominal dicotómica	Si/No	

⁵⁸Se utiliza la clasificación de Radatz(1980) descrita en el Capítulo 3 pp.57

Las herramientas estadísticas utilizadas para analizar los datos obtenidos son:

- Análisis Univariado: En este análisis se observan las características de cada una de las variables consideradas
- Análisis Bivariado: En este análisis se cruzan aquellas variables más significativas aplicando la prueba de Chi Cuadrado (χ^2) de independencia.
- Análisis Multivariado: (Análisis Factorial de Correspondencias Múltiples y Análisis Factorial de Componentes principales)⁵⁹
- Prueba de Kolmogorov- Smirnov para comparar si el comportamiento de una distribución es similar al de otra⁶⁰.

⁵⁹El análisis factorial es una técnica estadística cuyo objetivo es el descubrimiento de las dimensiones de variabilidad común existentes en un campo de fenómenos. Cada una de estas dimensiones de variabilidad común recibe el nombre de factor. El análisis factorial nos permite detectar la existencia de ciertos patrones subyacentes en los datos de manera que estos puedan ser reagrupados en un conjunto menor de factores o componentes. (García, R. 2006)

⁶⁰ La Prueba de KolmogorovSmirnov nos permite ensayar la hipótesis de que al comparar dos muestras estas están ajustadas por la misma distribución. (García, R. 2006: 554)

CAPÍTULO 5 - RESULTADOS DEL TEST DIAGNÓSTICO

*“Interpretar algo es, ante todo, hacerlo más claro.
Para ello es necesario un intérprete”*

Enrique Crivisqui, 2001⁶¹

El Test se aplicó en la FIUNLZ los días 12, 13 y 14 de marzo de 2013 con los ingresantes. Como el Test fue on line, mediante una evaluación de elección múltiple, se les pidió a los alumnos resolver los ejercicios en papel a fin de tener un registro de la actividad. Los ejercicios que resolvieron los alumnos eran seleccionados en forma aleatoria de una base de 50 problemas (10 para cada una de las Unidades testeadas) mediante un software diseñado para este fin.

Las unidades consideradas fueron las siguientes:

Tabla 16: Unidades testeadas

<p>UNIDAD 1: Conjuntos Numéricos (excepto números complejos) 1er Eje: Operaciones con números reales y aplicación de propiedades (suma, producto, cociente, radicación, potenciación, logaritmo) 2do Eje: Cálculo de perímetro, área, volumen, densidad; Unidades de medida; Notación científica; Porcentaje</p> <p>UNIDAD 2: Ecuaciones 1er Eje: Ecuaciones de primer grado con una incógnita 2do Eje: Ecuaciones de segundo grado con una incógnita 3er Eje: Sistemas de dos ecuaciones de primer grado con dos incógnitas</p> <p>UNIDAD 3: Funciones 1er Eje: Función de primer grado en una variable 2do Eje: Función de segundo grado en una variable 3er Eje: Función trigonométrica. Propiedades.</p> <p>UNIDAD 4: Relaciones trigonométricas en un triángulo rectángulo 1er Eje: Ángulos: sistemas de medición. 2do Eje: Relaciones trigonométricas en un triángulo rectángulo 3er Eje: Teorema de Pitágoras. Resolución de triángulos rectángulos.</p> <p>UNIDAD 5: Polinomios. 1er Eje: Polinomios. Operaciones. 2do Eje: Regla de Ruffini. Ceros de un polinomio. Teorema del resto. Factorización. 3er Eje: Expresiones algebraicas fraccionarias. Simplificación.</p>
--

Fuente: Test diagnóstico 2013

⁶¹Crivisqui, E. (2001). *El análisis estadístico y las Ciencias Sociales*. La Sociología en sus escenarios N° 5. En : <http://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/ceo/index> [Consultado: 12/02/2014]

ANALISIS UNIVARIADO

5.1 PERFIL DE LOS ALUMNOS INGRESANTES

5.1.1 Carrera en la que se inscribió

Tabla 17: Distribución de los alumnos por carrera en la que se inscribieron

Muestra	No. de observaciones	Modo	Freq. Modo	Categoría	Frecuencia por categoría	Frecuencia rel. por categoría (%)
carrera	194	Ingeniería Mecánica	109	Ingeniería Industrial	85	44,574
				Ingeniería Mecánica	109	55,426

Fuente: Elaboración propia

El 44, 574% de los alumnos ingresantes se inscribió en la carrera de Ingeniería Industrial mientras que el resto lo hizo en Ingeniería Mecánica. Cabe destacar que la carrera de Ingeniería Industrial tiene dos orientaciones Gestión y Manufactura, en tanto que la de Ingeniería Mecánica tiene las orientaciones Mecánica y Mecatrónica. (Tabla 17)

5.1.2 Estudios previos

5.1.2.1 Escuela de procedencia

Tabla 18: Distribución de los alumnos por escuela de procedencia

Escuela de procedencia	Cantidad de alumnos ingresantes
CENS N° 308	1
CENS N° 451 (Ezeiza)	2
CEPAH (Lima- Perú)	1
CEPEIA (Paraguay)	1
CONABA (Banfield)	1
CREP (Pilar - Paraguay)	1
Centro Educativo Alto Desempeño (Caaguazú-Paraguay)	1
Col. Sec. Ntra. Sra. de la Merced N° 5051 (Salta)	1
Colegio French (Banfield)	1
Colegio Inst. Granderos (Moron)	1
Colegio Manuel Belgrano (Temperley)	2
Colegio Mariano Moreno (Longchamps)	1
Colegio Nacional las Residentas (Py)	1

Complejo Educativo la Anunciación (Luis Guillon)	1
EEM N° 1 "Naciones Unidas" (Monte Grande)	2
EEM N° 1 (Guernica)	1
EEM N° 12 "Saavedra"	4
EEM N° 12 (Adrogue)	1
EEM N° 12 (Banfield)	1
EEM N° 16 "Salvador Mazza" (Monte Grande)	1
EEM N° 16 (Lanus)	1
EEM N° 2	1
EEM N° 2 (Guernica)	1
EEM N° 2 (Lanús)	1
EEM N° 201 "Luciano Valette" (Ezeiza)	3
EEM N° 201 "Naciones Unidas" (Monte Grande)	5
EEM N° 208 (LdeZ)	1
EEM N° 213 (El jagüel)	1
EEM N° 214 Muñiz (Monte Grande)	1
EEM N° 3	1
EEM N° 3 (Turdera)	1
EEM N° 37 (isidro Casanova)	1
EEM N° 6 (Alte. Brown)	4
EEM N° 6 (Banfield)	1
EEM N° 6 Leonardo Da Vinci (Merlo)	1
EEM N° 7 "René Favaloro" (LdeZ)	1
EEM N° 8 (Solano)	2
EEM N°16 (9 de Abril)	1
EET N° 1	1
EET N° 1 "Coronel Manuel Dorrego" (Cañuelas)	2
EET N° 1 (Isidro Casanova)	1
EET N° 1 (LdeZ)	1
EET N° 1 (Longchamps)	2
EET N° 1 (Monte Grande)	1
EET N° 11 "Islas Malvinas" (C.Evita)	1
EET N° 12 Italia (San Justo)	1
EET N° 2 (LdeZ)	1
EET N° 23 "Casal Calviño" (Floresta)	2
EET N° 33 "Fundición Maestranza del Plumerillo" (CABA)	1
EET N° 4 "J.M.Fangio" (San Justo)	2
EET N° 4 (Llavallo)	5
EET N° 5 "2 de Abril" (Temperley)	5
EET N° 5 "Dr. Salvador Debenedetti" (Avellaneda)	1

EET N° 5 "J.F.Kennedy" (Lanus)	2
EET N° 6 (Banfield)	1
EET N° 6 (Lanus)	1
EET N° 8 "Almafuerte" (Lanus)	1
ET N° 26 "Confederación Suiza" (CABA)	1
Esc. de Educ. Secundaria Tecnica	1
Escuela 306/3061 (C Spegazinni)	1
Escuela Normal Superior N° 9 "Sarmiento" (CABA)	1
Establecimiento Educativo Argentino	1
Esteban Echeverria (CABA)	1
EuskalEchea (LdeZ)	2
Extranjero	2
IPEAyT N° 347 (Embalse-Cordoba)	1
Ing. Ed. Banfield	1
Inmaculada Concepción (Burzaco)	1
Inst. "El castillo" (Lanus)	1
Inst. "San Dimas" (Pcruz Piura)	1
Inst. Abraham Lincoln (Banfield)	1
Inst. Amanecer (Ezeiza)	1
Inst. Grilli (monte Grande)	1
Inst. Inmaculada Concepción (LdeZ)	1
Inst. Manuel Belgrano (Ezeiza)	2
Inst. Mariano Moreno (Luis Guillon)	1
Inst. Ntra. Sra. De Lourdes (Banfield)	1
Inst. Ntra. Sra. De Lujan (LdeZ)	2
Inst. Ntra. Sra. Del Carmen (Adrogué)	1
Inst. Nueva Pompeya (FINES)	1
Inst. Prov. San Juan (LdeZ)	1
Inst. Rosario Vera Peñaloza (Guernica)	1
Inst. San Agustín (Monte Grande)	1
Inst. San Antonio de Padua (San M. de Tucuman)	1
Inst. San José (Burzaco)	3
Inst. San José (LdeZ)	1
Inst. Santa Ines (LdeZ)	2
Inst. Senderos Azules (Monte Grande)	1
Inst. Tec. Dr. Emilio Lamarca (LdeZ)	1
Inst. TecnicoNtra. Sra. De Fatima (Villa Soldati)	1
Inst. TecnicoNtra. Sra. De Itati (Banfield)	1
Inst. del Sur (Longchamps)	1
Inst. educacional Modelo (Temperley)	1

Inst. san Alberto Magno (LdeZ)	1
Inst. san Bonifacio (LdeZ)	4
Int. Lomas de Zamora	1
Jose Manuel Estrada (Banfield)	1
La Anunciación (Luis Guillón)	1
Modelo Banfield (LdeZ)	1
Multicultural N° 314 (Tristan Suarez)	1
Nidia Quintero de Turbay (Bogotá Colombia)	1
Ntra. Sra. Del Rosario	1
Nuestra Señora (Monte Grande)	1
Nuestras Malvinas	2
Nuevo Colegio Glew (Glew)	1
Parish Robertson (Monte Grande)	2
Paula Albarracin de Sarmiento	1
Perito Moreno (Gonzalez Catan)	1
Politécnica Manuel Belgrano (CABA)	1
Saavedra (LdeZ)	2
Sagrado Corazón de Jesús (LdeZ)	1
San Francisco de Asis (Llavallol)	1
San Ignacio (Ezeiza)	1
Sendas Verdes (Longchamps)	1
Senderos Azules	1
Vicente Pallotti (Turdera)	2
Total	159 ⁶²

Fuente: Elaboración propia

Los alumnos ingresantes provienen mayoritariamente de escuelas de los partidos de Lomas de Zamora, Almirante Brown y Esteban Echeverría.(Tabla 18)

5.1.2.3 Tipo de escuela de la que egresó

Tabla 19: Distribución de los alumnos de acuerdo al Tipo de escuela de la que egresó

Muestra	No. de observaciones	Categoría	Frecuencia por categoría	Frecuencia rel.por categoría (%)
¿Técnica?	194	No	134,000	69,072
		Si	60,000	30,928

Fuente elaboración propia

El 69,072 % de los ingresantes proviene de escuelas que no son técnicas. (Tabla 19)

⁶²La diferencia entre el total de alumnos (194) que realizaron el TD 2013 y el total de alumnos por escuela de procedencia (159) se debe a que no todos los alumnos encontraron su escuela de procedencia y por lo tanto no la indicaron.

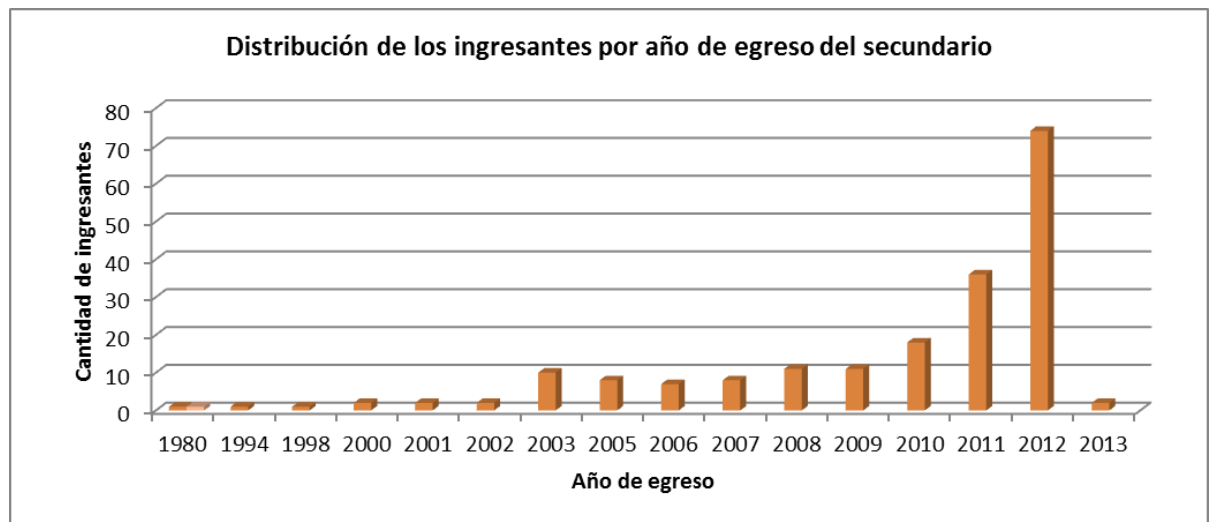
5.1.2.4 Año de egreso del secundario

Tabla 20: Distribución de los alumnos de acuerdo al año de egreso del secundario

Año de egreso del secundario	Cantidad de ingresantes
1980	1
1994	1
1998	1
2000	2
2001	2
2002	2
2003	10
2005	8
2006	7
2007	8
2008	11
2009	11
2010	18
2011	36
2012	74
2013	2
Total	194

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 21: Distribución de los alumnos de acuerdo al año de egreso del secundario



Fuente: Elaboración propia

La mayor cantidad de ingresantes (74) terminó la escuela secundaria en el año 2012, aunque se observan algunos ingresantes que finalizaron sus estudios medios en 1980, 1994, 1998.(Tabla 20 y Gráfico 21)

5.1.2.5 Duración de la escuela media

Tabla 21: Distribución de los alumnos de acuerdo a la duración de la escuela media

Muestra	No. de observaciones	Años del secundario	Frecuencia por categoría	Frecuencia rel.por categoría (%)
Duración de la escuela media en años	194	2	3	1,550
		3	68	35,271
		4	6	3,101
		5	10	5,426
		6	83	43,023
		7	24	11,628

Fuente: Elaboración propia

El 60,077% proviene de escuelas que tienen planes de estudios de 5 años o más.(Tabla 21)

5.1.2.6 Realización del curso de ingreso

Tabla 22: Distribución de los alumnos de acuerdo a la realización del curso de ingreso

Muestra	No. de observaciones	Categoría	Frecuencia por categoría	Frecuencia rel.por categoría (%)
Realización del curso de ingreso	194	En curso	125,000	63,178
		No	58,000	29,457
		Si	11,000	7,364

Fuente: Elaboración propia

El 70, 542 % ha realizado o está realizando algún curso de ingreso. (Tabla 22)

5.1.3 Situación laboral

5.1.3.1 Condición frente al trabajo

Tabla 23: Distribución de los alumnos de acuerdo a su situación laboral

Muestra	No. de observaciones	Categoría	Frecuencia por categoría	Frecuencia rel.por categoría(%)
Trabaja	194	No	100,000	51,813
		Si	94,000	48,187

Fuente: Elaboración propia

El 48,187 % de los ingresantes trabaja. Este resultado no es menor, ya que en algunos casos condiciona su desempeño con respecto al estudio.(Tabla 23)

5.1.3.2 Intensidad horaria de la jornada laboral

Tabla 24: Distribución de los alumnos que trabajan con respecto a la intensidad de la jornada laboral

Intensidad horaria de la jornada laboral	Cantidad de horas trabajadas
No. de observaciones	94
Mínimo	1,000
Máximo	12,000
1° Cuartil	8,000
Mediana	8,000
3° Cuartil	9,000
Media	8,110
Varianza (n-1)	4,188
Desviación típica (n-1)	2,046
Coefficiente de variación	0,251
Asimetría (Pearson)	-0,751
Curtosis (Pearson)	1,023
Límite inferior de la media (95%)	7,684
Límite superior de la media (95%)	8,536

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 22: Boxplot de la distribución de los alumnos que trabajan con respecto a la intensidad de la jornada laboral



Fuente: Elaboración propia

Cabe destacar que el 48,187 % de los ingresantes trabaja, siendo la jornada laboral promedio de 8,11 horas. El 50 % de los que trabajan lo hacen en jornadas de 8 horas y el 75 % en menos de 9 horas (Tabla 24, Gráfico 22 y Gráfico 23).

Gráfico 23: Scattergram de la distribución de los alumnos que trabajan con respecto a la intensidad de la jornada laboral



Fuente: Elaboración propia

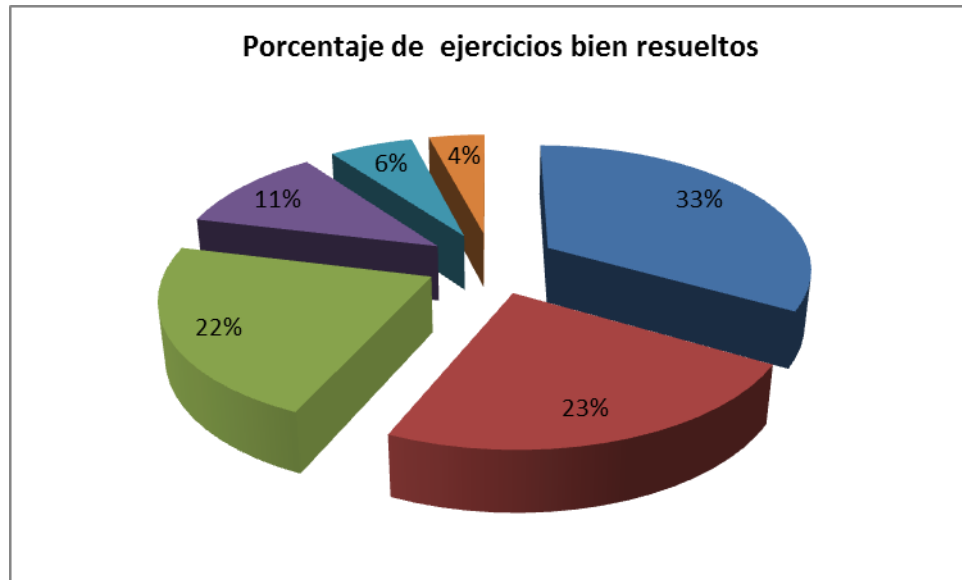
5.1.4 Diagnóstico de la competencia en función de la cantidad de ejercicios bien resueltos

Tabla 25: Distribución porcentual de los alumnos clasificados por cantidad de ejercicios bien resueltos.

Cantidad de ejercicios bien resueltos	Porcentaje de ingresantes
0	33%
1	23%
2	22%
3	11%
4	6%
5	4%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 24: Distribución porcentual de los alumnos clasificados por cantidad de ejercicios bien resueltos



Fuente: Elaboración propia

Dentro de las competencias básicas solicitadas a los alumnos ingresantes a las carreras de ingeniería, se consensó evaluar a través del Test Diagnóstico, la capacidad de “interpretar y resolver situaciones problemáticas”. Cabe destacar que el 4% de los alumnos resolvió correctamente los 5 ejercicios propuestos, el 6 % 4 ejercicios, el 11 % 3 ejercicios, el 22% 2 ejercicios, el 23 % 1 ejercicio y el 33% ninguno. (Tabla 25 y Gráfico 24). En síntesis solamente el 21 % de los alumnos pudo resolver correctamente 3 ejercicios o más.

5.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS EXÁMENES (TEST DIAGNÓSTICO)

5.2.1 Tipo de problema

Tabla 26: Clasificación de los problemas propuestos

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

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 textual⁶³, el 63,265 % tiene expresiones algebraicas que acompañan el enunciado textual⁶⁴, el 38,776% para su resolución aplica fórmulas y el 67,347 % tienen solamente enunciado textual.

⁶³Es importante destacar que en este tipo de problemas hay dos registros de representación semiótica (de un registro puramente textual a uno gráfico).

⁶⁴En este caso también hay dos registros de representación semiótica (de un registro puramente textual a uno algebraico).

5.2.1.1 Distribución de los problemas por unidad temática y por eje

Como el software distribuye los problemas en forma aleatoria, tomándolos de la base de problemas, se los clasifica teniendo en cuenta la unidad temática y los distintos ejes dentro de cada una de ellas.

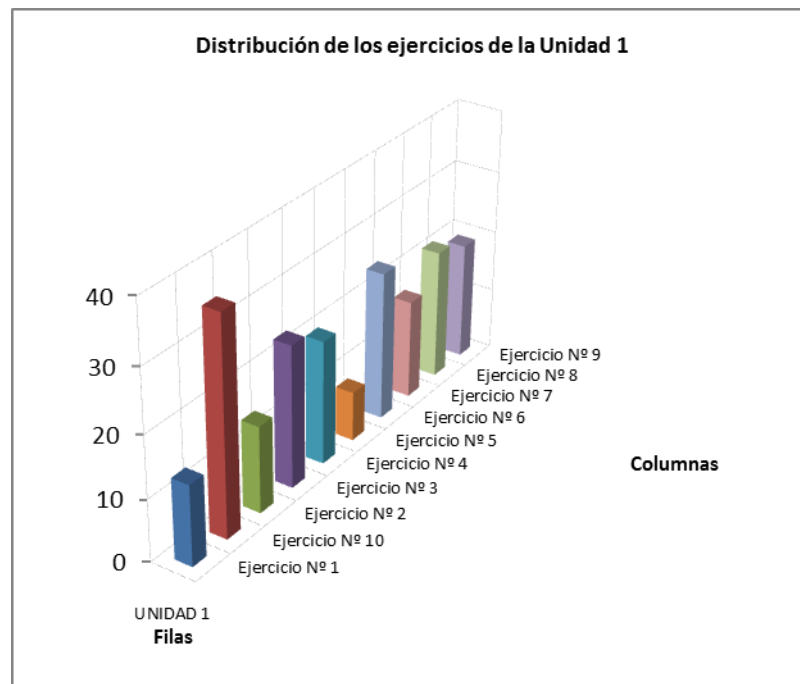
Tabla 27: Distribución de los problemas propuestos para la Unidad 1.

	EJE 1					EJE 2				
	Ejercicio N° 1	Ejercicio N° 2	Ejercicio N° 3	Ejercicio N° 4	Ejercicio N° 5	Ejercicio N° 6	Ejercicio N° 7	Ejercicio N° 8	Ejercicio N° 9	Ejercicio N° 10
UNIDAD 1	13	14	23	20	8	24	16	21	19	35
	7%	7%	12%	10%	4%	12%	8%	11%	10%	18%

Fuente: Elaboración propia

Se observa que en la Unidad 1, el 40 % de los alumnos resolvió los problemas del eje 1 y el resto los del eje 2. (Tabla 27 y Gráfico 25)

Gráfico25: Distribución de los problemas propuestos para la Unidad 1



Fuente: Elaboración propia.

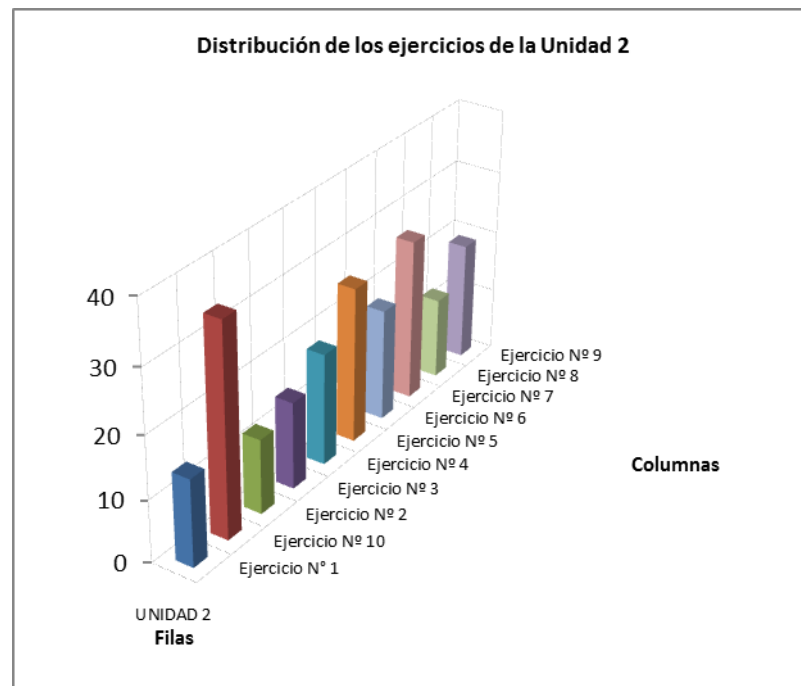
Tabla 28: Distribución de los problemas propuestos para la Unidad 2

	EJE 1			EJE 2				EJE 3		
	Ejercicio N° 1	Ejercicio N° 2	Ejercicio N° 3	Ejercicio N° 4	Ejercicio N° 5	Ejercicio N° 6	Ejercicio N° 7	Ejercicio N° 8	Ejercicio N° 9	Ejercicio N° 10
UNIDAD 2	14	12	14	18	25	18	26	13	19	34
	7%	6%	7%	9%	13%	9%	13%	7%	10%	18%

Fuente: Elaboración propia

En la Unidad 2, el 20 % de los alumnos realizó los ejercicios del eje 1, el 44 % los del eje 2 y el resto los del eje 3. (Tabla 28 y Gráfico 26)

Gráfico26: Distribución de los problemas propuestos para la Unidad 2



Fuente: Elaboración propia

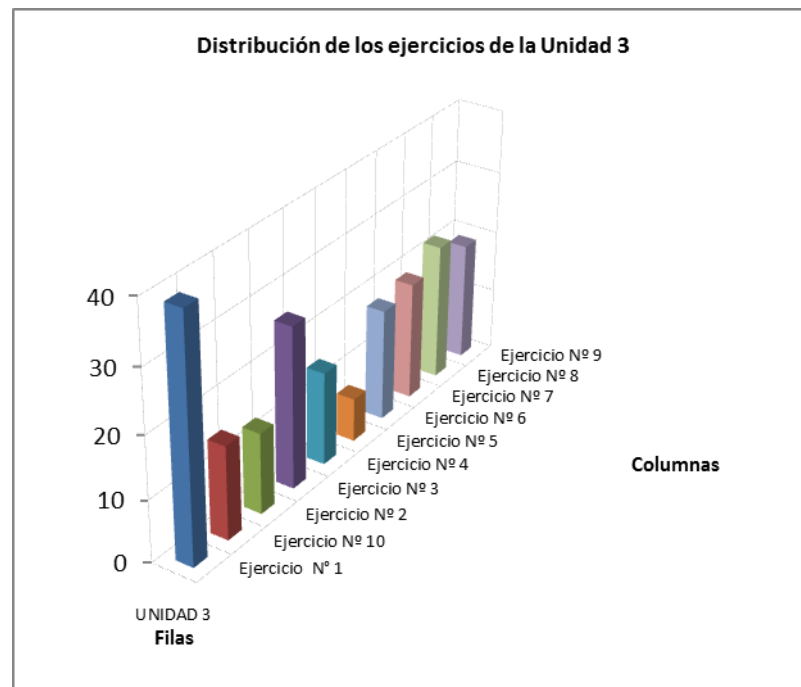
Tabla 29: Distribución de los problemas propuestos para la Unidad 3

	EJE 1			EJE 2				EJE 3		
	Ejercicio N° 1	Ejercicio N° 2	Ejercicio N° 3	Ejercicio N° 4	Ejercicio N° 5	Ejercicio N° 6	Ejercicio N° 7	Ejercicio N° 8	Ejercicio N° 9	Ejercicio N° 10
UNIDAD 3	39	13	26	15	7	18	19	22	19	15
	20%	7%	13%	8%	4%	9%	10%	11%	10%	8%

Fuente: Elaboración propia

En la Unidad 3, el 40 % de los alumnos resolvió los ejercicios del eje 1, el 31 % los del eje 2 y el resto los del eje 3. (Tabla 29 y Gráfico 27)

Gráfico 27: Distribución de los problemas propuestos para la Unidad 3



Fuente: Elaboración propia

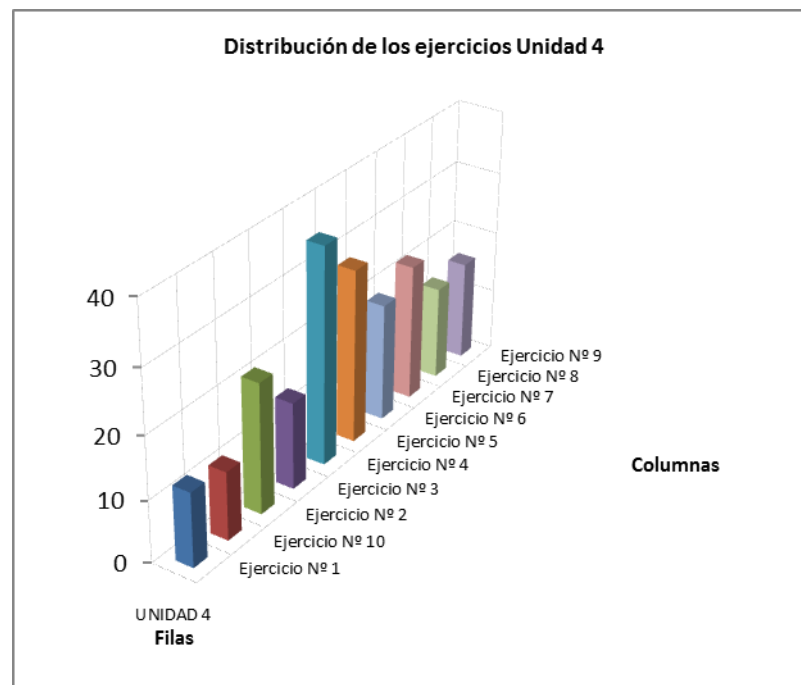
Tabla 30: Distribución de los problemas propuestos para la Unidad 4

	EJE 1		EJE 2				EJE 3			
	Ejercicio N° 1	Ejercicio N° 2	Ejercicio N° 3	Ejercicio N° 4	Ejercicio N° 5	Ejercicio N° 6	Ejercicio N° 7	Ejercicio N° 8	Ejercicio N° 9	Ejercicio N° 10
UNIDAD 4	12	21	14	35	28	19	22	15	16	11
	6%	11%	7%	18%	15%	10%	11%	8%	8%	6%

Fuente: Elaboración propia

En la Unidad 4, el 17 % de los alumnos resolvió el eje 1, el 50 % los del eje 2 y el resto los del eje 3. (Tabla 30 y Gráfico 28)

Gráfico 28: Distribución de los problemas propuestos para la Unidad 4



Fuente: Elaboración propia

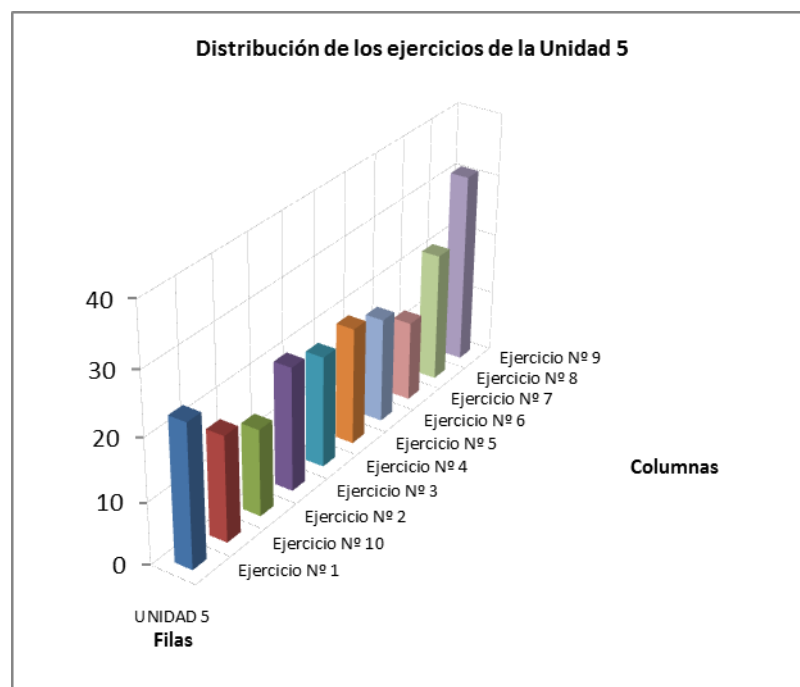
Tabla 31: Distribución de los problemas propuestos para la Unidad 5

	EJE 1			EJE 2				EJE 3		
	Ejercicio N° 1	Ejercicio N° 2	Ejercicio N° 3	Ejercicio N° 4	Ejercicio N° 5	Ejercicio N° 6	Ejercicio N° 7	Ejercicio N° 8	Ejercicio N° 9	Ejercicio N° 10
UNIDAD 5	23	14	20	18	19	17	13	21	31	17
	12%	7%	10%	9%	10%	9%	7%	11%	16%	9%

Fuente: Elaboración propia

En la Unidad 5, el 19 % de los alumnos resolvió los ejercicios del eje 1, el 35 % los del eje 2 y el resto los del eje 3. (Tabla 31 y Gráfico 29)

Gráfico 29: Distribución de los problemas propuestos para la Unidad 5



Fuente: Elaboración propia

5.2.2 Rendimiento académico

5.2.2.1 Cantidad de problemas bien resueltos por Unidad temática

Tabla 32: Cantidad de problemas bien resueltos Unidad 1 por eje temático

UNIDAD 1: Conjuntos Numéricos (excepto números complejos) EJE	EJERCICIO	BIEN	MAL	NO RESUELVE	PORCENTAJE DE MAL RESUELTOS POR EJE /TOTAL DE MAL RESUELTOS
1er Eje: Operaciones con números reales y aplicación de propiedades (suma, producto, cociente, radicación, potenciación, logaritmo)	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%
2do Eje: Cálculo de perímetro, área, volumen, densidad; Unidades de medida; Notación científica; Porcentaje.	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%
	CANTIDAD	40,000	116,000	23,000	
	PORCENTAJE	20%	59%	12%	

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 % manifestó que no sabe resolver los ejercicios. (Tabla 32)

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

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

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 33)

Tabla 34: Cantidad de problemas bien resueltos Unidad 3 por eje temático

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

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 34)

Tabla 35: 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
1º EJE: ANGULOS : SISTEMAS DE MEDICIÓN	1	1,000	8,000	1,000	
	2	4,000	10,000	5,000	17%
2º EJE: RELACIONES TRIGONOMÉTRICAS EN UN TRIANGULO RECTANGULO	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%
3º EJE: TEOREMA DE PITÁGORAS. RESOLUCIÓN DE TRIÁNGULOS RECTÁNGULOS	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%
	CANTIDAD	43,000	107,000	23,000	
	PORCENTAJE	22%	54%	12%	

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 35)

Tabla 36: Cantidad de problemas bien resueltos Unidad 5 por eje temático

UNIDAD 5: Polinomios 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%
	CANTIDAD	88,000	87,000	9,000	
	PORCENTAJE	45%	44%	5%	

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 36)

5.2.2.2 Tipo de error por Unidad temática

Tabla 37: Tipo de errores en la Unidad 1

UNIDAD 1						
Muestra	No. de observaciones	Modo	Freq. Modo	Categoría(Tipo de error)	Frecuencia por categoría	Frecuencia rel.por categoría (%)
EJERCICIO 1	13	No se puede identificar el error	6	No se puede identificar el error	6,000	46,154
				Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	2,000	15,385
				Resultado correcto	5,000	38,462
EJERCICIO 2	14	No se puede identificar el error	7	No se puede identificar el error	7,000	50,000
				Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos	3,000	21,429
				Resultado correcto	4,000	28,571
EJERCICIO 3	23	Resultado correcto	8	No se puede identificar el error	7,000	30,435
				Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos	4,000	17,391
				Dificultades del lenguaje	4,000	17,391
				Resultado correcto	8,000	34,783
EJERCICIO 4	20	Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos	10	No se puede identificar el error	2,000	10,000
				Aplicación de reglas o estrategias irrelevantes	1,000	5,000
				Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos	10,000	50,000
				Resultado correcto	7,000	35,000
EJERCICIO 5	8	Resultado correcto	5	Dificultades del lenguaje	3,000	37,500
				Resultado correcto	5,000	62,500
EJERCICIO 6	24	No se puede identificar el error	8	No se puede identificar el error	8,000	33,333

				Aplicación de reglas o estrategias irrelevantes	5,000	20,833
				Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos	2,000	8,333
				Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	5,000	20,833
				Resultado correcto	4,000	16,667
EJERCICIO 7	16	No se puede identificar el error.	6	No se puede identificar el error.	6,000	37,500
				Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos	4,000	25,000
				Resultado correcto	6,000	37,500
EJERCICIO 8	21	Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos	9	No se puede identificar el error.	5,000	23,810
				Aplicación de reglas o estrategias irrelevantes	3,000	14,286
				Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos	9,000	42,857
				Resultado correcto	4,000	19,048
EJERCICIO 9	19	Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos	10	No se puede identificar el error.	2,000	10,526
				Aplicación de reglas o estrategias irrelevantes	3,000	15,789
				Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos	10,000	52,632
				Resultado correcto	4,000	21,053
EJERCICIO 10	35	Dificultades del lenguaje	21	No se puede identificar el error.	4,000	11,429
				Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos	4,000	11,429
				Dificultades del lenguaje	21,000	60,000
				Resultado correcto	6,000	17,143

Fuente: Elaboración propia

En la Unidad 1 se observa que los errores más frecuentes son Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos y Dificultades del lenguaje. (Tabla 37)

Tabla 38: Tipo de errores en la Unidad 2

UNIDAD 2						
EJERCICIO 1	14	Resultado correcto	7	No puede identificarse el error.	4,000	28,571
				Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	3,000	21,429
				Resultado correcto	7,000	50,000
EJERCICIO 2	12	Resultado correcto	6	Dificultades del lenguaje/Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	6,000	50,000
				Resultado correcto	6,000	50,000
EJERCICIO 3	14	Dificultades del lenguaje	8	Dificultades del lenguaje	8,000	57,143
				Resultado correcto	6,000	42,857
EJERCICIO 4	18	Resultado correcto	12	No puede identificarse el error.	2,000	11,111
				Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos	2,000	11,111
				Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	2,000	11,111
				Resultado correcto	12,000	66,667
EJERCICIO 5	25	Resultado correcto	12	No puede definirse el error.	5,000	20,000
				Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos	2,000	8,000
				Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	6,000	24,000
				Resultado correcto	12,000	48,000
EJERCICIO 6	18	Dificultades del lenguaje/Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	8	Dificultades del lenguaje/Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	8,000	44,444
				No puede identificarse el error.	5,000	27,778
				Resultado correcto	5,000	27,778

EJERCICIO 7	26	No puede identificarse el error	13	Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos	1,000	3,846
				Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	4,000	15,385
				No puede identificarse el error	13,000	50,000
				Resultado correcto	8,000	30,769
EJERCICIO 8	13	Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos	7	No puede identificarse el error	1,000	7,692
				Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos	7,000	53,846
				Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	1,000	7,692
				Resultado correcto	4,000	30,769
EJERCICIO 9	19	Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos	9	Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos	9,000	47,368
				Dificultades para obtener información espacial/Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos	6,000	31,579
				Resultado correcto	4,000	21,053
EJERCICIO 10	34	Resultado correcto	19	No puede identificarse el error	5,000	14,706
				Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	7,000	20,588
				Dificultades del lenguaje/Asociaciones incorrectas origidez de pensamiento	3,000	8,824
				Resultado correcto	19,000	55,882

Fuente: Elaboración propia

En la Unidad 2 se observa que los errores más frecuentes son Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos; Dificultades del lenguaje; Dificultades del lenguaje/Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento(Tabla 38).

Tabla 39: Tipo de errores en la Unidad 3

UNIDAD 3						
EJERCICIO 1	39	Resultado correcto	19	No es posible identificar el error	10,000	25,641
				Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos	6,000	15,385
				Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	4,000	10,256
				Resultado correcto	19,000	48,718
EJERCICIO 2	13	No puede identificarse el error	6	No puede identificarse el error	6,000	46,154
				Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	3,000	23,077
				Resultado correcto	4,000	30,769
EJERCICIO 3	26	Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	9	Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos	3,000	11,538
				Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	9,000	34,615
				No puede identificarse el error	5,000	19,231
				Resultado correcto	9,000	34,615
EJERCICIO 4	15	Resultado correcto	9	Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos	2,000	13,333
				Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	4,000	26,667
				Resultado correcto	9,000	60,000
EJERCICIO 5	7	Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos	4	Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos	4,000	57,143
				Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	2,000	28,571
				Resultado correcto	1,000	14,286
EJERCICIO 6	18	Dificultades para obtener información espacial/ Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	8	No se puede identificar el error	1,000	5,556

				Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos/Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	3,000	16,667
				Dificultades para obtener información espacial/ Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	8,000	44,444
				Resultado correcto	6,000	33,333
EJERCICIO 7	19	Resultado correcto	8	Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos	6,000	31,579
				Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	2,000	10,526
				No se puede identificar el error	3,000	15,789
				Resultado correcto	8,000	42,105
EJERCICIO 8	22	Aplicación de reglas o estrategias irrelevantes	16	No puede identificarse el error	1,000	4,545
				Aplicación de reglas o estrategias irrelevantes	16,000	72,727
				Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos	4,000	18,182
				Resultado correcto	1,000	4,545
EJERCICIO 9	19	Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	12	Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	12,000	63,158
				No puede identificarse el error	3,000	15,789
				Resultado correcto	4,000	21,053
EJERCICIO 10	15	Resultado correcto	6	No puede identificarse el error	4,000	26,667
				Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos	2,000	13,333
				Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	3,000	20,000
				Resultado correcto	6,000	40,000

Fuente: Elaboración propia. En la Unidad 3 se observa que los errores más frecuentes son Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos; Dificultades para obtener información espacial/ Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento; Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento; Aplicación de reglas o estrategias irrelevantes (Tabla 39).

Tabla 40: Tipo de errores en la Unidad 4

UNIDAD 4						
EJERCICIO 1	12	Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	7	Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	7,000	58,333
				No se puede identificar el error	2,000	16,667
				Resultado correcto	3,000	25,000
EJERCICIO 2	21	Resultado correcto	10	No se puede identificar el error	2,000	9,524
				Aplicación de reglas o estrategias irrelevantes	5,000	23,810
				Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	4,000	19,048
				Resultado correcto	10,000	47,619
EJERCICIO 3	14	Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	8	No se puede identificar el error	3,000	21,429
				Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	8,000	57,143
				Resultado correcto	3,000	21,429
EJERCICIO 4	35	Resultado correcto	16	No se puede identificar el error	3,000	8,571
				Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos/Asociaciones irrelevantes o rigidez de pensamiento	16,000	45,714
				Resultado correcto	16,000	45,714
EJERCICIO 5	28	Resultado correcto	10	No se puede identificar el error	7,000	25,000
				Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	2,000	7,143
				Dificultades del lenguaje/Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	9,000	32,143
				Resultado correcto	10,000	35,714
EJERCICIO 6	19	Resultado correcto	8	No se puede identificar el error	5,000	26,316
				Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos	6,000	31,579

				Resultado correcto	8,000	42,105
EJERCICIO 7	22	No se puede determinar el error	9	Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos	8,000	36,364
				Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	3,000	13,636
				No se puede determinar el error	9,000	40,909
				Resultado correcto	2,000	9,091
EJERCICIO 8	15	Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	6	Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos/ Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	2,000	13,333
				Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	6,000	40,000
				No es posible identificar el error	2,000	13,333
				Resultado correcto	5,000	33,333
EJERCICIO 9	16	Resultado correcto	7	No es posible identificar el error	2,000	12,500
				Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	7,000	43,750
				Resultado correcto	7,000	43,750
EJERCICIO 10	11	Resultado correcto	9	Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	2,000	18,182
				Resultado correcto	9,000	81,818

Fuente: Elaboración propia

En la Unidad 4 se observa que los errores más frecuentes son con respecto a Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento (Tabla 40).

Tabla 41: Tipo de errores en la Unidad 5

UNIDAD 5						
EJERCICIO 1	23	Resultado correcto	10	Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos	6,000	26,087
				Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos/ Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	2,000	8,696
				No puede identificarse el error	5,000	21,739
				Resultado correcto	10,000	43,478
EJERCICIO 2	14	Resultado correcto	8	No es posible identificar el error	4,000	28,571
				Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	2,000	14,286
				Resultado correcto	8,000	57,143
EJERCICIO 3	20	Resultado correcto	15	Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	2,000	10,000
				No es posible identificar el error	3,000	15,000
				Resultado correcto	15,000	75,000
EJERCICIO 4	18	Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	8	Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos/ Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	1,000	5,556
				Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	8,000	44,444
				No es posible identificar el error	5,000	27,778
				Resultado correcto	4,000	22,222
EJERCICIO 5	19	Resultado correcto	12	Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos/ Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	4,000	21,053

			Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	1,000	5,263
			No es posible identificar el error	2,000	10,526
			Resultado correcto	12,000	63,158
EJERCICIO 6	17	Resultado correcto	6	Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos	5,000 29,412
				Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos/ Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	4,000 23,529
				Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	1,000 5,882
				No es posible identificar el error	1,000 5,882
				Resultado correcto	6,000 35,294
EJERCICIO 7	13	Resultado correcto	5	No es posible identificar el error	4,000 30,769
				Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos	3,000 23,077
				Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	1,000 7,692
				Resultado correcto	5,000 38,462
EJERCICIO 8	21	Resultado correcto	11	No es posible identificar el error	1,000 4,762
				Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos	2,000 9,524
				Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	7,000 33,333
				Resultado correcto	11,000 52,381
EJERCICIO 9	31	Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos/ Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	13	No es posible identificar el error	3,000 9,677
				Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos/ Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	13,000 41,935
				Asociaciones incorrectas o rigidez del	6,000 19,355

				pensamiento		
				Resultado correcto	9,000	29,032
EJERCICIO 10	17	Resultado correcto	10	No es posible identificar el error	2,000	11,765
				Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos	3,000	17,647
				Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	2,000	11,765
				Resultado correcto	10,000	58,824

Fuente: Elaboración propia

En la Unidad 5 se observa que los errores más frecuentes son con respecto a Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos/ Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento y Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento (Tabla 41).

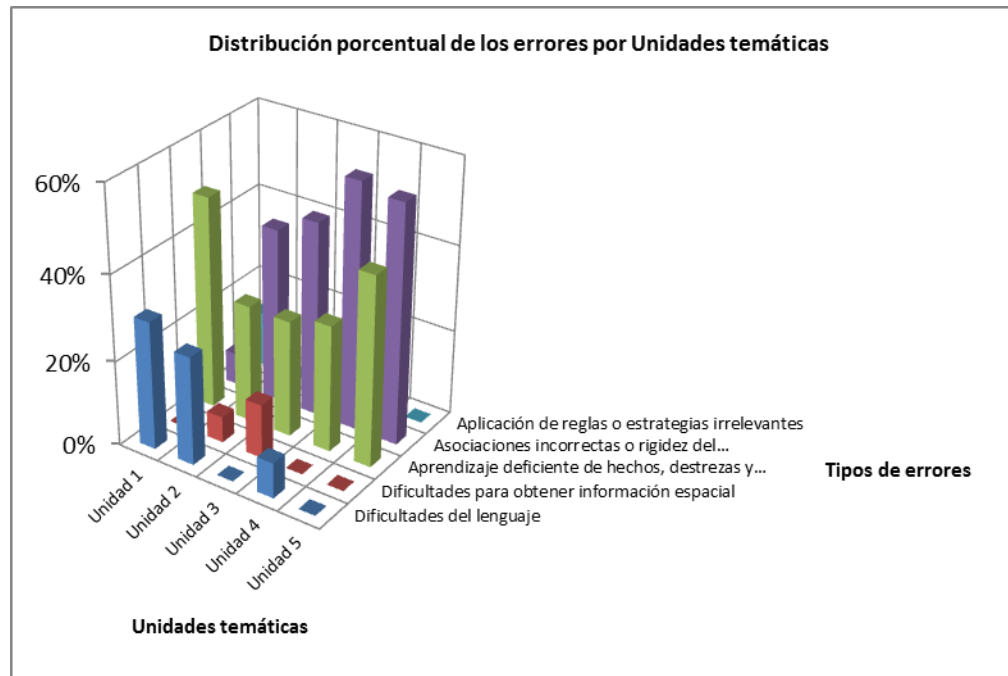
Es posible visualizar, que los errores se distribuyen de distinta manera de acuerdo a la Unidad temática que se considere. (Tabla 42 y Gráfico 30).

Tabla 42: 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
Unidad 1	30%	0%	49%	8%	13%
Unidad 2	26%	6%	28%	41%	0%
Unidad 3	0%	13%	27%	45%	15%
Unidad 4	8%	0%	30%	57%	5%
Unidad 5	0%	0%	44%	56%	0%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 30: Distribución porcentual de los errores de acuerdo a las distintas Unidades temáticas



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).

Tabla 43: Matriz de correlación de Pearson .Tipo de errores

Matriz de correlación (Pearson):					
Variables	Unidad 1	Unidad 2	Unidad 3	Unidad 4	Unidad 5
Unidad 1	1	0,348	-0,092	-0,295	0,278
Unidad 2	0,348	1	0,577	0,717	0,807
Unidad 3	-0,092	0,577	1	0,779	0,910
Unidad 4	-0,295	0,717	0,779	1	0,704
Unidad 5	0,278	0,807	0,910	0,704	1

Los valores en negrita son significativamente diferentes de 0 con un nivel de significación $\alpha=0,05$

Fuente: Elaboración propia

5.3 Ocurrencia de cada uno de los Tipos de errores

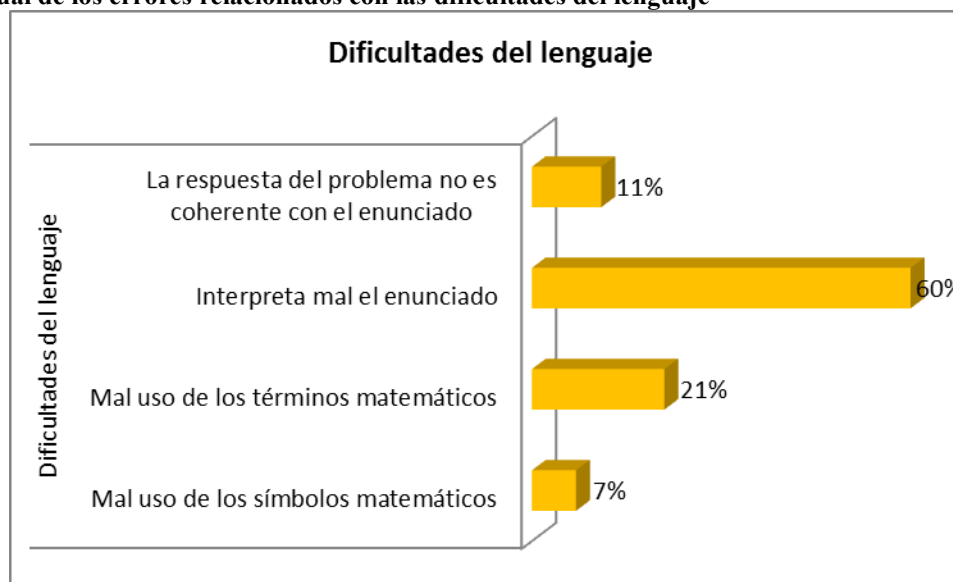
5.3.1 Dificultades del lenguaje

Tabla 44: Distribución porcentual de los errores relacionados con las dificultades del lenguaje

Dificultades del lenguaje			
Mal uso de los símbolos matemáticos	Mal uso de los términos matemáticos	Interpreta mal el enunciado	La respuesta del problema no es coherente con el enunciado
7%	21%	60%	11%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 31: Distribución porcentual de los errores relacionados con las dificultades del lenguaje



Fuente: Elaboración propia

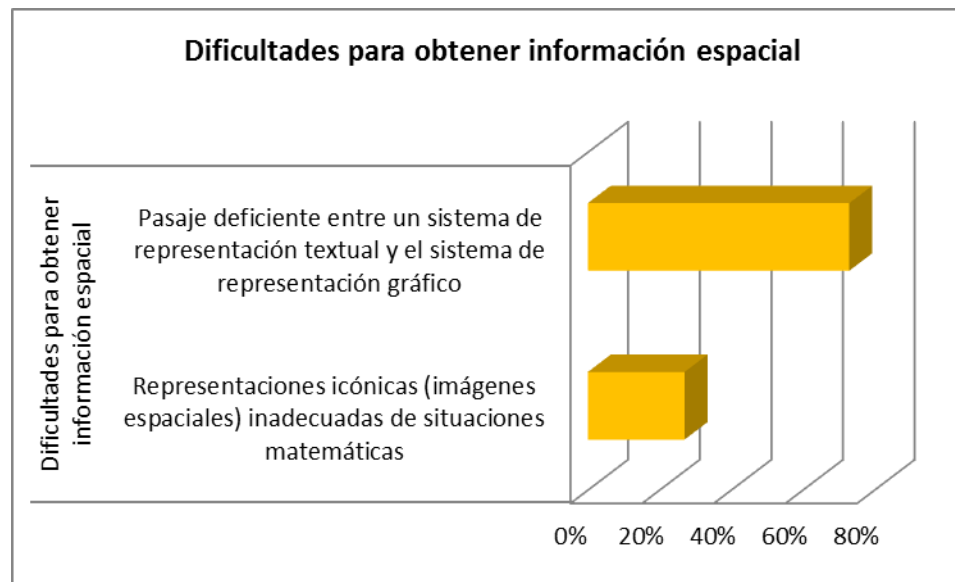
5.3.2 Dificultades para obtener información espacial

Tabla 45: Distribución porcentual de los errores relacionados con las dificultades para obtener información espacial

Dificultades para obtener información espacial	
Representaciones icónicas (imágenes espaciales) inadecuadas de situaciones matemáticas	Pasaje deficiente entre un sistema de representación textual y el sistema de representación gráfico
27%	73%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 32: Distribución porcentual de los errores relacionados con las dificultades para obtener información espacial



Fuente: Elaboración propia

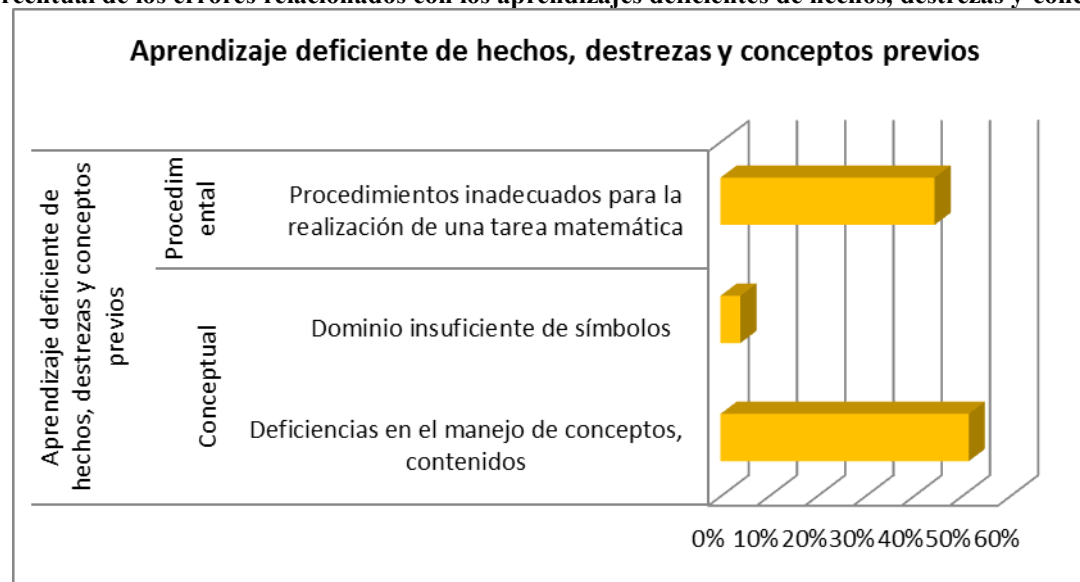
5.3.3 Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos

Tabla 46: Distribución porcentual de los errores relacionados con los aprendizajes deficientes de hechos, destrezas y conceptos previos

Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos		
Conceptual		Procedimental
Deficiencias en el manejo de conceptos, contenidos	Dominio insuficiente de símbolos	Procedimientos inadecuados para la realización de una tarea matemática
51%	4%	44%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 33: Distribución porcentual de los errores relacionados con los aprendizajes deficientes de hechos, destrezas y conceptos previos



Fuente: Elaboración propia

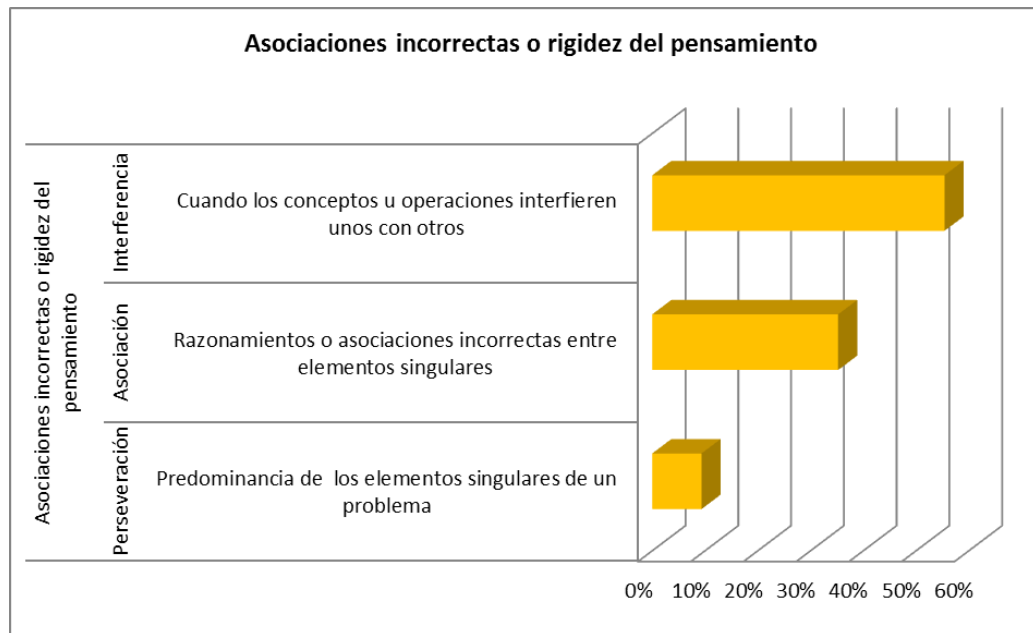
5.3.4 Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento

Tabla 47: Distribución porcentual de los errores relacionados con las asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento

Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento		
Perseveración	Asociación	Interferencia
Predominancia de los elementos singulares de un problema	Razonamientos o asociaciones incorrectas entre elementos singulares	Cuando los conceptos u operaciones interfieren unos con otros
9%	35%	55%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 34: Distribución porcentual de los errores relacionados con las asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento



Fuente: Elaboración propia

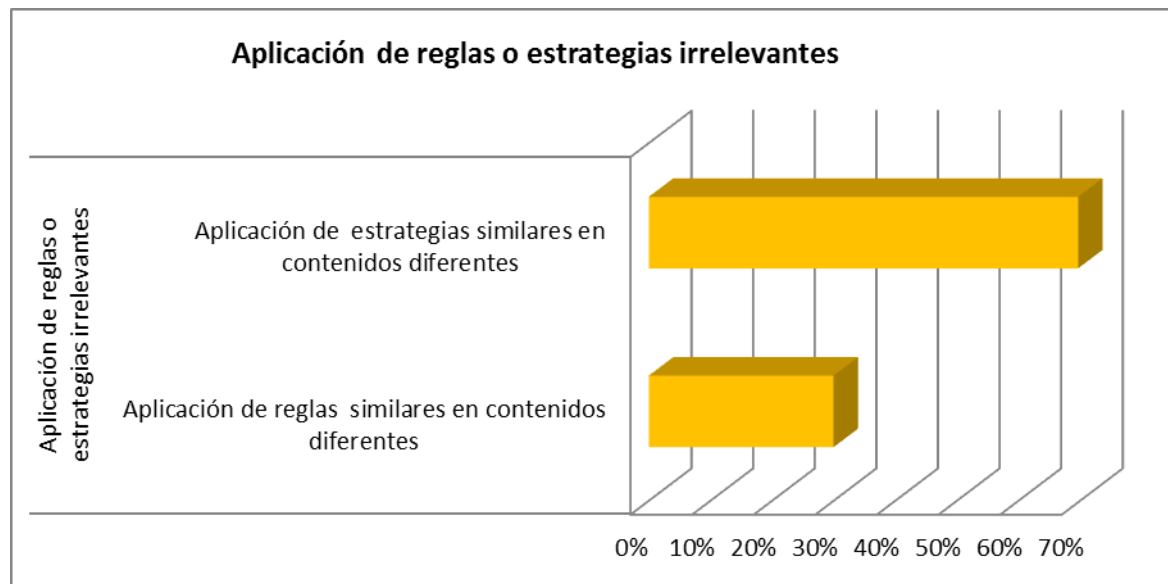
5.3.5 Aplicación de reglas o estrategias irrelevantes

Tabla 48: Distribución porcentual de los errores relacionados con la aplicación de reglas o estrategias irrelevantes

Aplicación de reglas o estrategias irrelevantes	
Aplicación de reglas similares en contenidos diferentes	Aplicación de estrategias similares en contenidos diferentes
30%	70%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 35: Distribución porcentual de los errores relacionados con la aplicación de reglas o estrategias irrelevantes



Fuente: Elaboración propia

ANÁLISIS BIVARIADO

Con la intención de evaluar si existía entre las variables consideradas algún grado de relación, se decide profundizar el análisis. Teniendo en cuenta las características de la muestra, se decide someter los datos a un análisis no paramétrico, el tipo de prueba seleccionada en esta instancia es la Prueba de Chi cuadrado de independencia y el propósito fue analizar si existía relación entre ciertas variables, es decir si determinadas variables consideradas en el estudio eran independientes o por el contrario estaban asociadas.

Las hipótesis estadísticas utilizadas en cada uno de los casos son las siguientes

Interpretación de la prueba:

H0: Las filas y las columnas de la tabla son independientes.

Ha: Hay una dependencia entre las filas y las columnas de la tabla.

Siendo el nivel de significación de la prueba del 5%

5.4 Relación entre el Tipo de problema y la Frecuencia del error

5.4.1 Problemas en los que se aplican definiciones/ Frecuencia del error

Tabla 49: Frecuencias observadas y Prueba de independencia: para las variables Problemas en los que aplican definiciones-Frecuencia del error

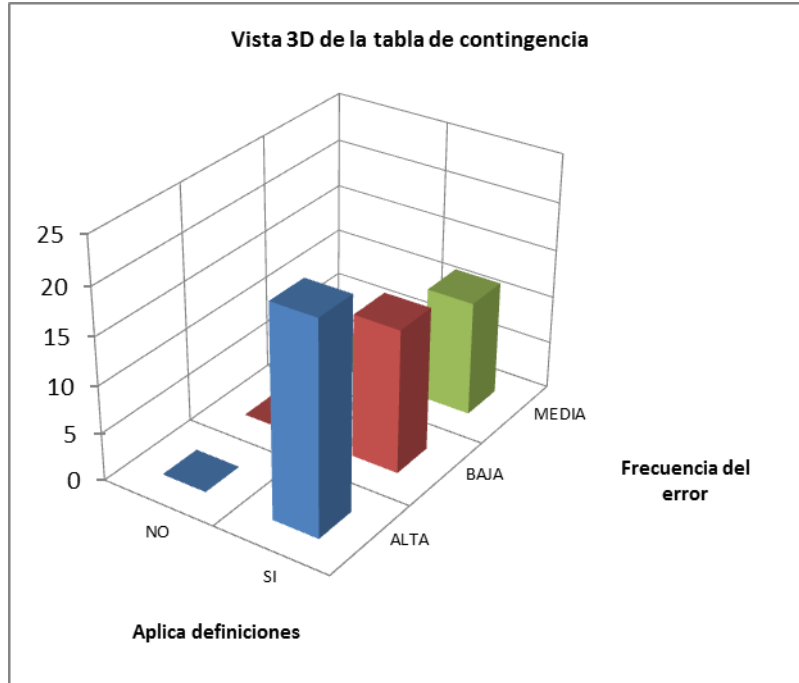
Frecuencias observadas (Aplica definiciones / Frecuencia del error):

Problemas en los que se aplican definiciones	ALTA ⁶⁵	BAJA	MEDIA	Total
NO	0	0	1	1
SI	22	15	12	49
Total	22	15	13	50
Chi-cuadrado ajustado (Valor observado)				2,904
Chi-cuadrado ajustado (Valor crítico)				5,991
GDL				2
p-valor				0,234
alfa				0,05

Como el p-valor calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, se puede aceptar la hipótesis nula H0.

⁶⁵La clasificación de la Frecuencia del error en ALTA, MEDIA o BAJA se establece a partir del valor de la mediana de la cantidad de errores cometidos. Si esta cantidad se encuentra en el intervalo entorno a la mediana se clasifica como Frecuencia del error MEDIA, por exceso en ALTA y por defecto en BAJA.

Gráfico 36: Vista 3D de la tabla de contingencia para las variables Problemas en los que aplican definiciones-Frecuencia del error



Fuente: Elaboración propia

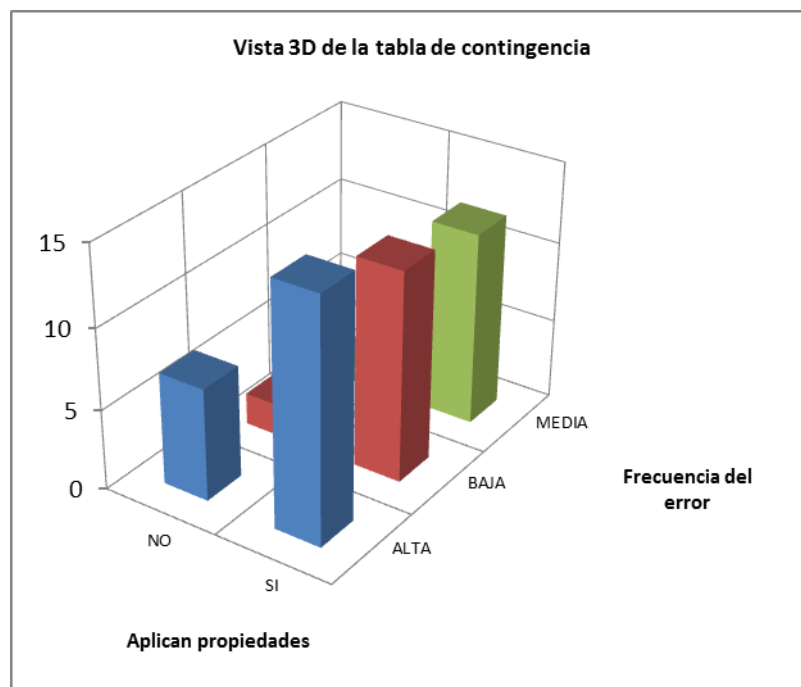
5.4.2 Problemas en los que se aplican propiedades/ Frecuencia del error

Tabla 50: Frecuencias observadas y Prueba de independencia: para las variables Problemas en los que aplican propiedades-Frecuencia del error

Frecuencias observadas (Aplica propiedades / Frecuencia del error):				
Problemas en los que se aplican propiedades	ALTA	BAJA	MEDIA	Total
NO	7	2	1	10
SI	15	13	12	40
Total	22	15	13	50
Chi-cuadrado ajustado (Valor observado)				3,568
Chi-cuadrado ajustado (Valor crítico)				5,991
GDL				2
p-valor				0,168
alfa				0,05

Como el p-valor calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, se puede aceptar la hipótesis nula H_0 .

Gráfico 37: Vista 3D de la tabla de contingencia para las variables Problemas en los que aplican propiedades-Frecuencia del error



Fuente: Elaboración propia

5.4.3 Problemas en los que realiza operaciones numéricas/ Frecuencia del error

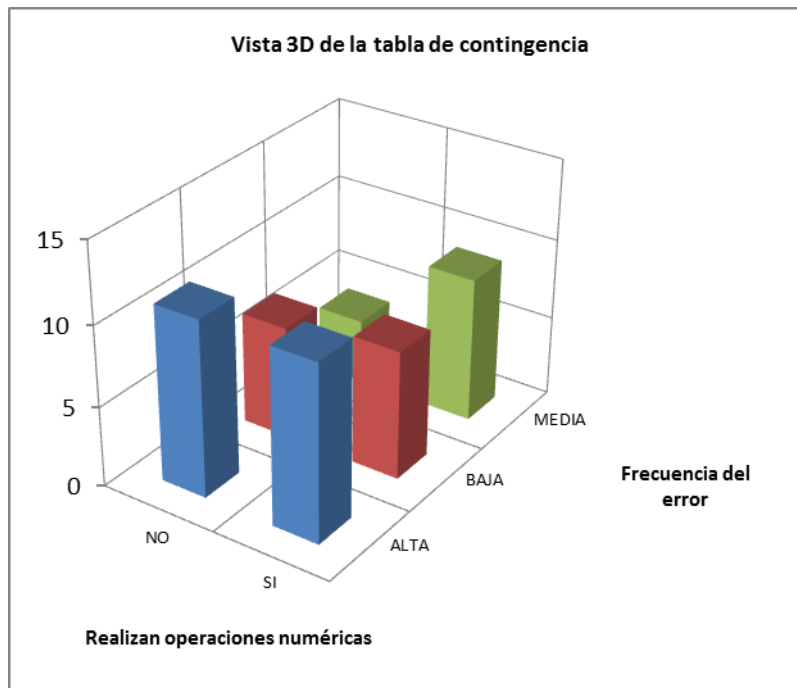
Tabla 51: Frecuencias observadas y Prueba de independencia: para las variables Problemas en los que realiza operaciones numéricas-Frecuencia del error

Frecuencias observadas (Realiza operaciones numéricas / Frecuencia del error):

Problemas en los que realizan operaciones numéricas	ALTA	BAJA	MEDIA	Total
NO	11	7	4	22
SI	11	8	9	28
Total	22	15	13	50
Chi-cuadrado ajustado (Valor observado)				1,288
Chi-cuadrado ajustado (Valor crítico)				5,991
GDL				2
p-valor				0,525
alfa				0,05

Como el p-valor calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, se puede aceptar la hipótesis nula H_0

Gráfico 38: Vista 3D de la tabla de contingencia para las variables Problemas en los que realizan operaciones numéricas-Frecuencia del error



Fuente: Elaboración propia

5.4.4 Problemas que tienen gráficos/ Frecuencia del error

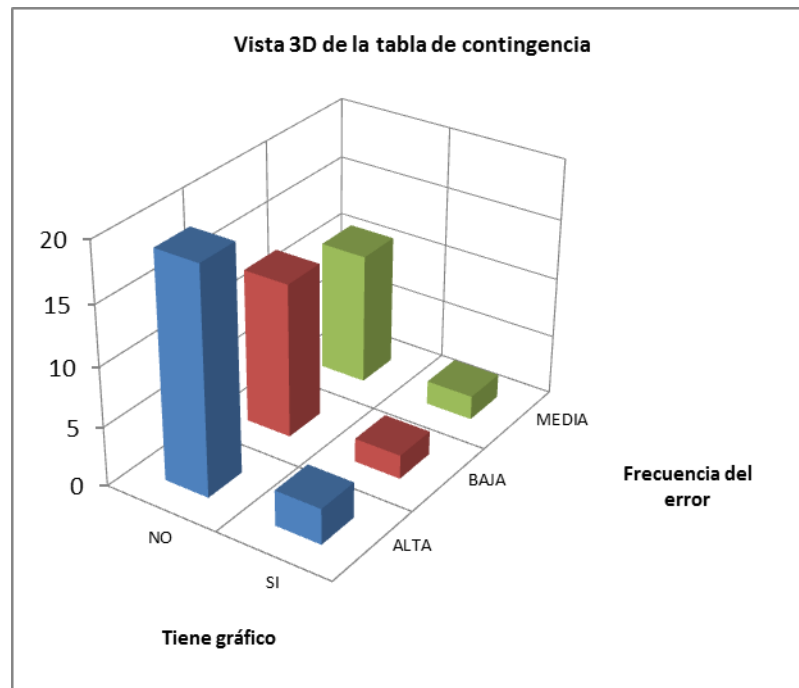
Tabla 52: Frecuencias observadas y Prueba de independencia: para las variables Problemas que tienen gráficos-Frecuencia del error

Frecuencias observadas (Tiene gráfico / Frecuencia del error):

Problemas que tienen gráficos	ALTA	BAJA	MEDIA	Total
NO	19	13	11	43
SI	3	2	2	7
Total	22	15	13	50
Chi-cuadrado ajustado (Valor observado)				0,029
Chi-cuadrado ajustado (Valor crítico)				5,991
GDL				2
p-valor				0,986
alfa				0,05

Como el p-valor calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, se puede aceptar la hipótesis nula H_0

Gráfico 39: Vista 3D de la tabla de contingencia para las variables Problemas que tienen gráficos-Frecuencia del error



Fuente: Elaboración propia

5.4.5 Problemas que tienen expresiones algebraicas/ Frecuencia del error

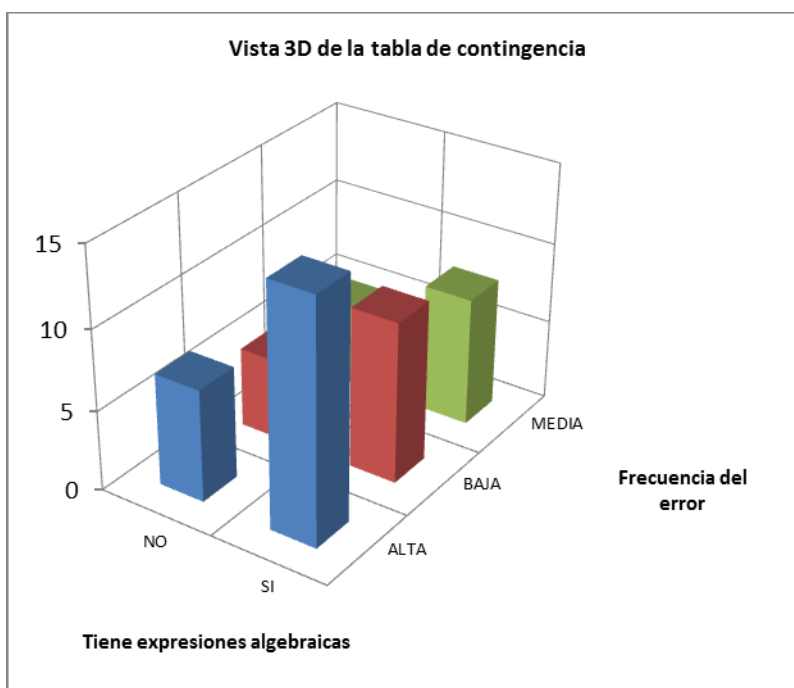
Tabla 53: Frecuencias observadas y Prueba de independencia: para las variables Problemas que tienen expresiones algebraicas-Frecuencia del error

Frecuencias observadas (Tiene expresiones algebraicas / Frecuencia del error):

Problemas que tienen expresiones algebraicas	ALTA	BAJA	MEDIA	Total
NO	7	5	5	17
SI	15	10	8	33
Total	22	15	13	50
Chi-cuadrado ajustado (Valor observado)				0,165
Chi-cuadrado ajustado (Valor crítico)				5,991
GDL				2
p-valor				0,921
alfa				0,05

Como el p-valor calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, se puede aceptar la hipótesis nula H_0 .

Gráfico 40: Vista 3D de la tabla de contingencia para las variables Problemas que tienen expresiones algebraicas-Frecuencia del error



Fuente: Elaboración propia

5.4.6 Problemas que aplican fórmulas/ Frecuencia del error

Tabla 54: Frecuencias observadas y Prueba de independencia: para las variables Problemas que aplican fórmulas-Frecuencia del error

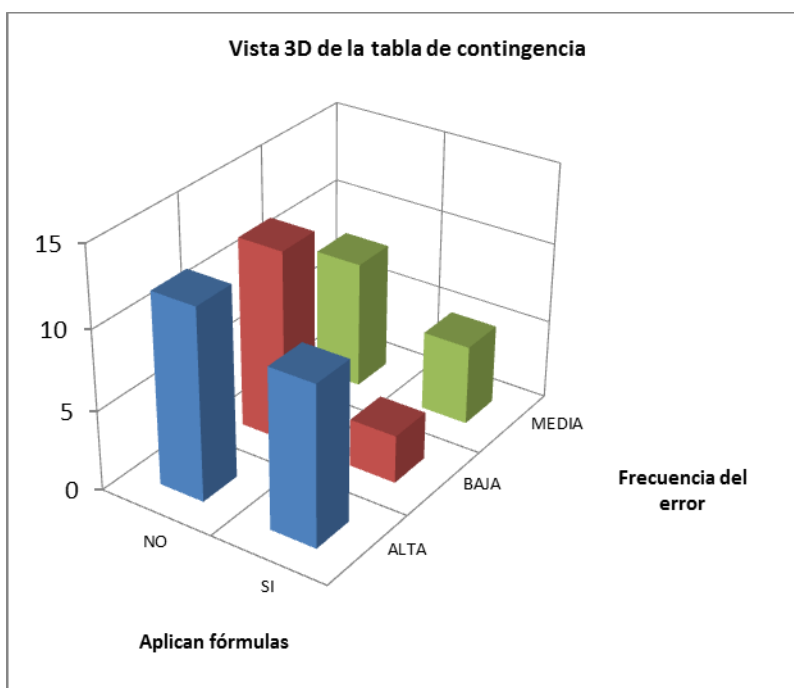
Frecuencias observadas (Aplica fórmulas / Frecuencia del error):

Problemas que aplican fórmulas	ALTA	BAJA	MEDIA	Total
NO	12	12	8	32
SI	10	3	5	18
Total	22	15	13	50

Chi-cuadrado ajustado (Valor observado)	2,554
Chi-cuadrado ajustado (Valor crítico)	5,991
GDL	2
p-valor	0,279
alfa	0,05

Como el p-valor calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, se puede aceptar la hipótesis nula H_0 .

Gráfico 41: Vista 3D de la tabla de contingencia para las variables Problemas que aplican fórmulas-Frecuencia del error



Fuente: Elaboración propia

5.4.7 Problemas que tienen enunciado textual/ Frecuencia del error

Tabla 55: Frecuencias observadas y Prueba de independencia: para las variables Problemas que tienen enunciado textual-Frecuencia del error

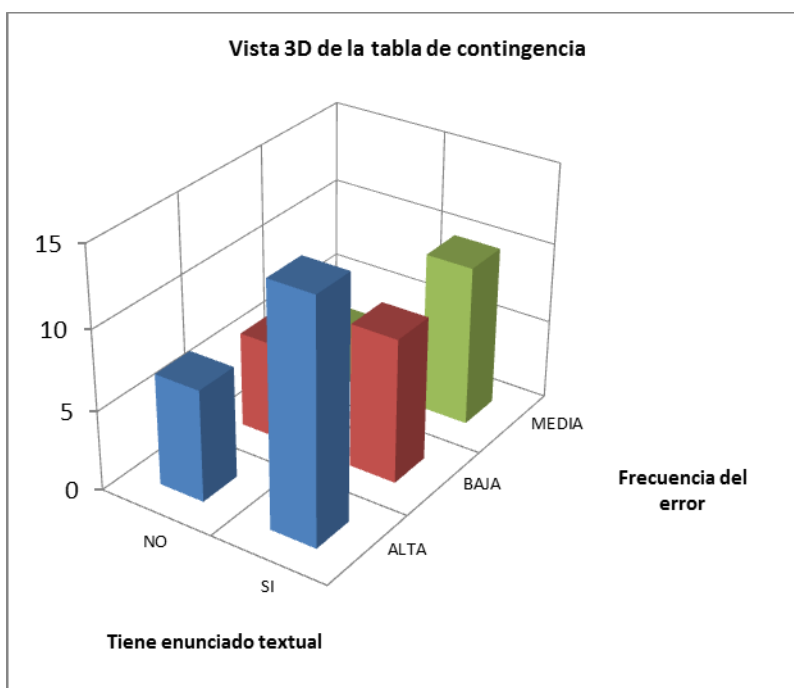
Frecuencias observadas (Tiene enunciado textual / Frecuencia del error):

Problemas que tienen enunciado textual	ALTA	BAJA	MEDIA	Total
NO	7	6	3	16
SI	15	9	10	34
Total	22	15	13	50

Chi-cuadrado ajustado (Valor observado)	0,917
Chi-cuadrado ajustado (Valor crítico)	5,991
GDL	2
p-valor	0,632
alfa	0,05

Como el p-valor calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, se puede aceptar la hipótesis nula H_0 .

Gráfico 42: Vista 3D de la tabla de contingencia para las variables Problemas que tienen enunciado textual-Frecuencia del error



Fuente: Elaboración propia

A modo de síntesis se presentan los resultados obtenidos entre las variables Tipo de problema y Frecuencia del error. (Tabla 56)

Tabla 56: Síntesis de las relaciones entre las variables Tipo de problemas y Frecuencia del error

	Frecuencia del error	p - valor
Tipo de problema	Problemas en los que se aplican definiciones	Independiente 0,234
	Problemas en los que se aplican propiedades	Independiente 0,168
	Problemas en los que realiza operaciones numéricas	Independiente 0,525
	Problemas que tienen gráficos	Independiente 0,986
	Problemas que tienen expresiones algebraicas	Independiente 0,921
	Problemas que aplican fórmulas	Independiente 0,279
	Problemas que tienen enunciado textual	Independiente 0,632

5.5 Relación entre el Tipo de problema y Resultado más frecuente del problema

5.5.1 Problemas en los que se aplican definiciones/ Resultado más frecuente del problema

Tabla 57: Frecuencias observadas y Prueba de independencia: para las variables Problemas en los que se aplican definiciones-Resultado más frecuente del problema

Frecuencias observadas (Aplica definiciones / Resultado más frecuente):

Problemas en los que se aplican definiciones	AI	APD	ARI	DIE	DL	NIE	RC ⁶⁶	Total
NO	0	1	0	0	0	0	0	1
SI	6	6	1	1	3	7	25	49
Total	6	7	1	1	3	7	25	50
Chi-cuadrado ajustado (Valor observado)								6,268
Chi-cuadrado ajustado (Valor crítico)								12,592
GDL								6
p-valor								0,394
alfa								0,05

Como el p-valor calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, se puede aceptar la hipótesis nula H_0 .

⁶⁶La codificación utilizada es la siguiente:

DL : Dificultades del lenguaje

DIE: Dificultades para obtener información espacial

APD: Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos

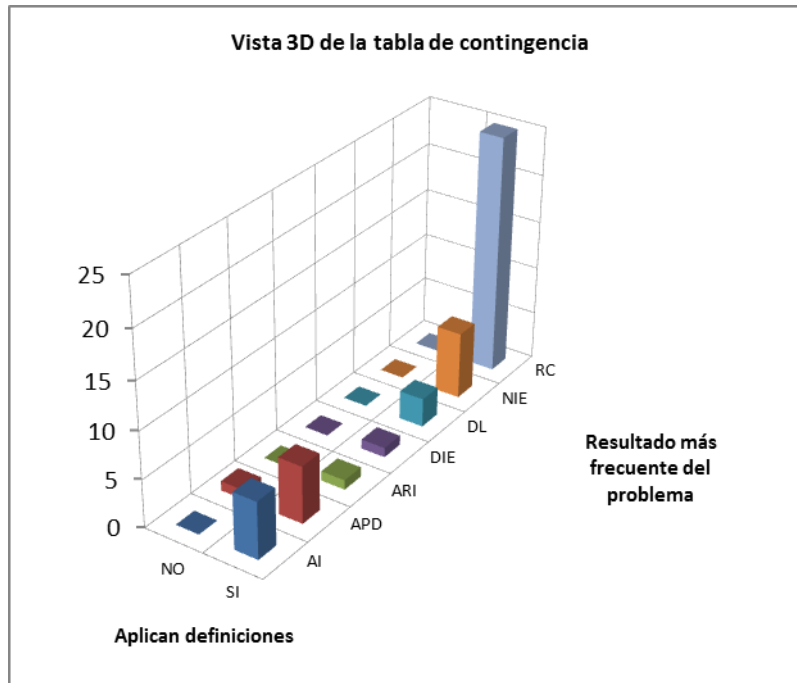
AI: Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento

AI: Aplicación de reglas o estrategias irrelevantes

NIE: No se puede identificar el error

RC: Resultado correcto

Gráfico 43: Vista 3D de la tabla de contingencia para las variables Problemas en los que se aplican definiciones-Resultado más frecuente del problema



Fuente: Elaboración propia

5.5.2 Problemas en los que se aplican propiedades/ Resultado más frecuente del problema

Tabla 58: Frecuencias observadas y Prueba de independencia: para las variables Problemas en los que se aplican propiedades-Resultado más frecuente del problema

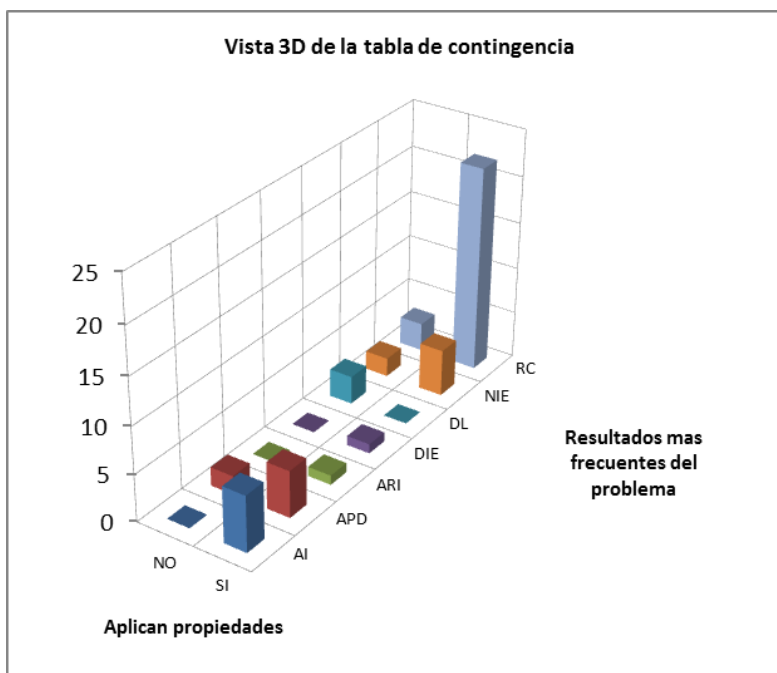
Frecuencias observadas (Aplica propiedades / Resultado más frecuente):

Problemas en los que se aplican propiedades	AI	APD	ARI	DIE	DL	NIE	RC	Total
NO	0	2	0	0	3	2	3	10
SI	6	5	1	1	0	5	22	40
Total	6	7	1	1	3	7	25	50

Chi-cuadrado ajustado (Valor observado)	15,643
Chi-cuadrado ajustado (Valor crítico)	12,592
GDL	6
p-valor	0,016
alfa	0,05

Como el p-valor computado es menor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, se debe rechazar la hipótesis nula H_0 , y aceptar la hipótesis alternativa H_a .

Gráfico 44: Vista 3D de la tabla de contingencia para las variables Problemas en los que se aplican definiciones-Resultado más frecuente del problema



Fuente: Elaboración propia

5.5.3 Problemas en los que se realizan operaciones numéricas/ Resultado más frecuente del problema

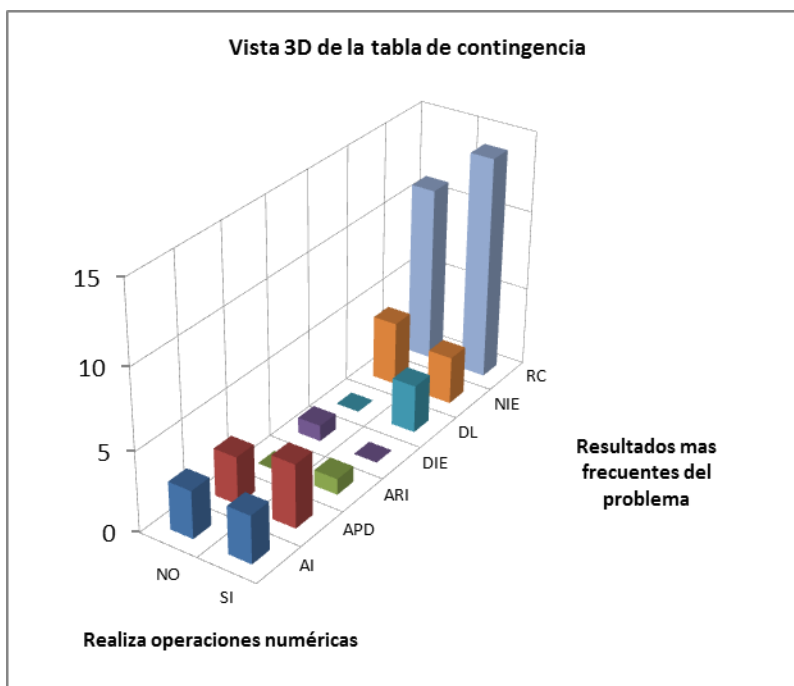
Tabla 59: Frecuencias observadas y Prueba de independencia: para las variables Problemas en los que se realizan operaciones numéricas-Resultado más frecuente del problema

Frecuencias observadas (Realiza operaciones numéricas / Resultado más frecuente):

Problemas en los que realizan operaciones numéricas	AI	APD	ARI	DIE	DL	NIE	RC	Total
NO	3	3	0	1	0	4	11	22
SI	3	4	1	0	3	3	14	28
Total	6	7	1	1	3	7	25	50
Chi-cuadrado ajustado (Valor observado)								4,998
Chi-cuadrado ajustado (Valor crítico)								12,592
GDL								6
p-valor								0,544
alfa								0,05

Como el p-valor calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, se puede aceptar la hipótesis nula H_0

Gráfico 45: Vista 3D de la tabla de contingencia para las variables Problemas en los que se realizan operaciones numéricas-Resultado más frecuente del problema



Fuente: Elaboración propia

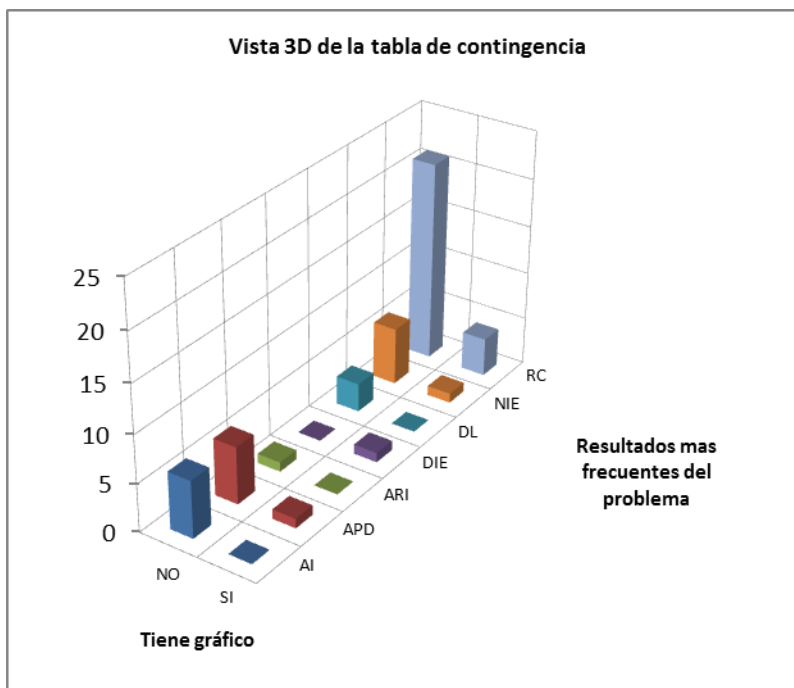
5.5.4 Problemas que tienen gráfico/ Resultado más frecuente del problema

Tabla 60: Frecuencias observadas y Prueba de independencia: para las variables Problemas que tienen gráficos- Resultado más frecuente del problema

Frecuencias observadas (Tiene gráfico / Resultado más frecuente):								
Problemas que tienen gráficos	AI	APD	ARI	DIE	DL	NIE	RC	Total
NO	6	6	1	0	3	6	21	43
SI	0	1	0	1	0	1	4	7
Total	6	7	1	1	3	7	25	50
Chi-cuadrado ajustado (Valor observado)								7,855
Chi-cuadrado ajustado (Valor crítico)								12,592
GDL								6
p-valor								0,249
alfa								0,05

Como el p-valor calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, se puede aceptar la hipótesis nula H_0 .

Gráfico 46: Vista 3D de la tabla de contingencia para las variables Problemas que tienen gráficos-Resultado más frecuente del problema



Fuente: Elaboración propia

5.5.6 Problemas que tienen expresiones algebraicas/ Resultado más frecuente del problema

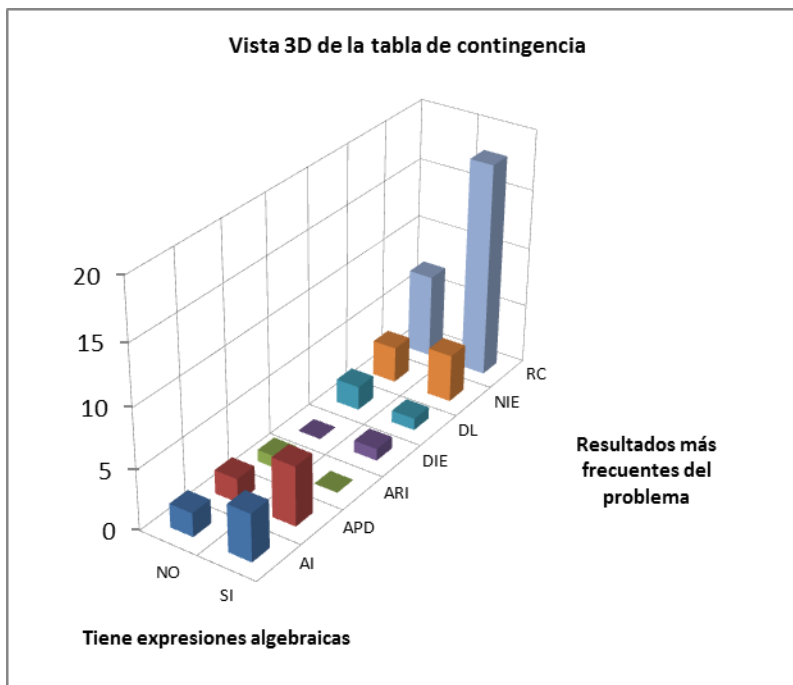
Tabla 61: Frecuencias observadas y Prueba de independencia: para las variables Problemas que tienen expresiones algebraicas-Resultado más frecuente del problema

Frecuencias observadas (Tiene expresiones algebraicas / Resultado más frecuente):

Problemas que tienen expresiones algebraicas	AI	APD	ARI	DIE	DL	NIE	RC	Total
NO	2	2	1	0	2	3	7	17
SI	4	5	0	1	1	4	18	33
Total	6	7	1	1	3	7	25	50
Chi-cuadrado ajustado (Valor observado)								4,622
Chi-cuadrado ajustado (Valor crítico)								12,592
GDL								6
p-valor								0,593
alfa								0,05

Como el p-valor calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, se puede aceptar la hipótesis nula H_0 .

Gráfico 47: Vista 3D de la tabla de contingencia para las variables Problemas que tienen expresiones algebraicas-Resultado más frecuente del problema



Fuente: Elaboración propia

5.5.7 Problemas que aplican fórmulas/ Resultado más frecuente del problema

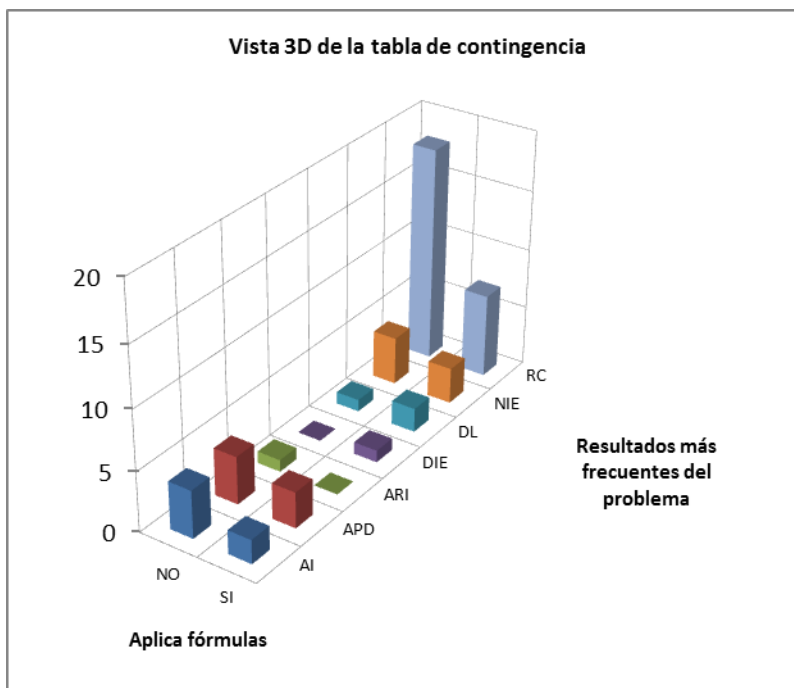
Tabla 62: Frecuencias observadas y Prueba de independencia: para las variables Problemas que aplican fórmulas-Resultado más frecuente del problema

Frecuencias observadas (Aplica fórmulas / Resultado más frecuente):

Problemas que aplican fórmulas	AI	APD	ARI	DIE	DL	NIE	RC	Total
NO	4	4	1	0	1	4	18	32
SI	2	3	0	1	2	3	7	18
Total	6	7	1	1	3	7	25	50
Chi-cuadrado ajustado (Valor observado)								4,563
Chi-cuadrado ajustado (Valor crítico)								12,592
GDL								6
p-valor								0,601
alfa								0,05

Como el p-valor calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, se puede aceptar la hipótesis nula H_0 .

Gráfico 48: Vista 3D de la tabla de contingencia para las variables Problemas que aplican fórmulas- Resultado más frecuente del problema



Fuente: Elaboración propia

5.5.8 Problemas que tienen enunciado textual/ Resultado más frecuente del problema

Tabla 63: Frecuencias observadas y Prueba de independencia: para las variables Problemas que tienen enunciado textual-Resultado más frecuente del problema

Frecuencias observadas (Tiene enunciado textual / Resultado más frecuente):

Problemas que tienen enunciado textual	AI	APD	ARI	DIE	DL	NIE	RC	Total
NO	1	4	0	0	0	0	11	16
SI	5	3	1	1	3	7	14	34
Total	6	7	1	1	3	7	25	50

Chi-cuadrado ajustado (Valor observado)

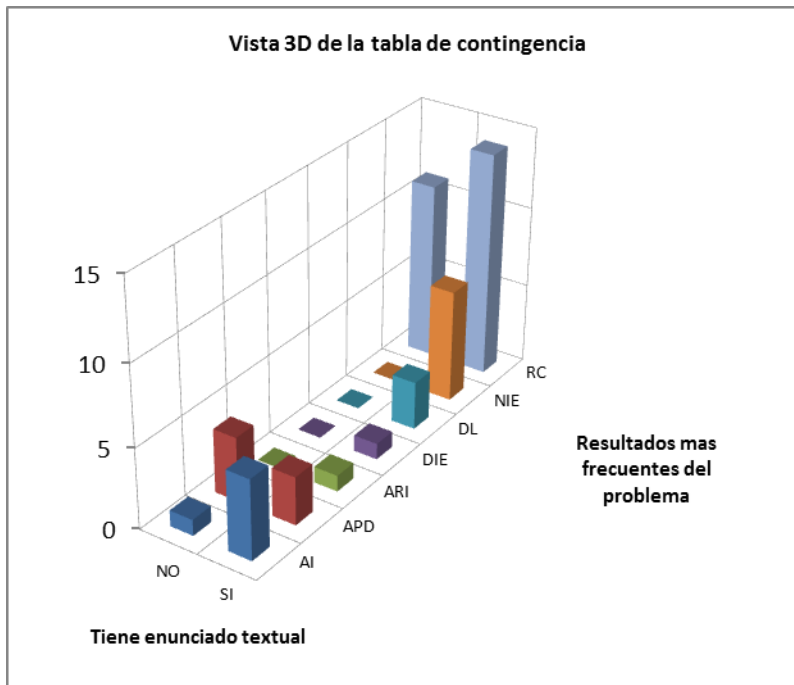
9,983

Chi-cuadrado ajustado (Valor crítico)

12,592

Como el p-valor calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, se puede aceptar la hipótesis nula H_0

Gráfico 49: Vista 3D de la tabla de contingencia para las variables Problemas que tienen enunciado textual- Resultado más frecuente del problema



Fuente: Elaboración propia

A modo de síntesis se presentan los resultados obtenidos entre las variables Tipo de problema y Resultado más frecuente del problema. (Tabla 64)

Tabla 64: Síntesis de las relaciones entre las variables Tipo de problemas y Resultado más frecuente del problema

	Resultado más frecuente del problema	p - valor
Tipo de problema	Problemas en los que se aplican definiciones	Independiente 0,394
	Problemas en los que se aplican propiedades	Dependiente 0,016
	Problemas en los que realiza operaciones numéricas	Independiente 0,544

Problemas que tienen gráficos	Independiente	0,249
Problemas que tienen expresiones algebraicas	Independiente	0,593
Problemas que aplican fórmulas	Independiente	0,601
Problemas que tienen enunciado textual	Independiente	0,125

5.6 Relación entre las variables Procedencia de escuela técnica y cantidad de aciertos en el Test

Tabla 65: Frecuencias observadas y Prueba de independencia: para las variables Procedencia de escuela Técnica/ Cantidad de aciertos)⁶⁷

Frecuencias observadas (¿Técnica? / Cantidad de aciertos):

Escuela técnica	0	1	2	3	4	5	Total
No	34	25	24	16	9	6	114
Si	19	11	11	2	1	1	45
Total	53	36	35	18	10	7	159
Chi-cuadrado ajustado (Valor observado)							6,696
Chi-cuadrado ajustado (Valor crítico)							9,236
GDL							5
p-valor							0,244
alfa							0,1

Como el p-valor calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,1$, se puede aceptar la hipótesis nula H_0 .

5.6.1 Relación entre las variables Procedencia de escuela técnica y Resolución correcta del ejercicio de Trigonometría (Unidad 4)⁶⁸

Tabla 66: Frecuencias observadas y Prueba de independencia: para las variables Procedencia de escuela Técnica/ Resolución correcta ejercicio de Trigonometría (Unidad 4)

Frecuencias observadas (¿Técnica? / Trigonometría):

Escuela técnica	Bien	No resuelve	Mal	Total
No	24	2	88	114
Si	11	0	34	45

⁶⁷Si bien 194 realizaron el Test diagnóstico, 159 fueron los que indicaron la escuela de procedencia

⁶⁸Cabe destacar que se focaliza en la Unidad 4 correspondiente a Trigonometría ya que resulta importante para la FIUNLZ conocer los saberes previos que traen los estudiantes en esta área.

Total	35	2	122	159
Chi-cuadrado ajustado (Valor observado)				0,969
Chi-cuadrado ajustado (Valor crítico)				4,605
GDL				2
p-valor				0,616
alfa				0,1

Como el p-valor calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,1$, se puede aceptar la hipótesis nula H_0 .

A modo de síntesis se presentan los resultados obtenidos entre las variables Procedencia de escuela técnica y Cantidad de aciertos en el Test. (Tabla 67)

Tabla 67: Síntesis de las relaciones entre las variables Si proviene de escuela técnica y Cantidad de aciertos en el Test.

		Cantidad de aciertos en el Test	p - valor
Procedencia de escuela técnica	Cantidad de aciertos en el Test	Independiente	0,244
	Resolución correcta ejercicio de Trigonometría(U4)	Independiente	0,616

Este resultado resulta importante ya que se observa que la cantidad de ejercicios correctamente resueltos (aciertos) en el Test diagnóstico es independiente de la escuela de procedencia⁶⁹, lo que permite refutar la hipótesis de trabajo

Hipótesis3: La cantidad de ejercicios correctamente resueltos en el Test Diagnóstico está relacionado con el tipo de escuela de la que proviene.

5.7 Relación entre las variables Relación con respecto al trabajo y Cantidad de aciertos

Tabla 68: Frecuencias observadas y Prueba de independencia: para las variables Relación con respecto al trabajo/ Cantidad de aciertos)⁷⁰

Frecuencias observadas (Trabaja / Cantidad de aciertos):

	0	1	2	3	4	5	Total
No	27	17	19	13	7	6	89
Si	25	19	16	5	3	1	69
Total	52	36	35	18	10	7	158

⁶⁹Tradicionalmente, las escuelas técnicas tenían un mejor desempeño en matemática en el ingreso que el resto de las escuelas, esto no se corrobora en el presente estudio. El Instituto Nacional de Educación Técnica (INET) se encuentra abocado a realizar un test diagnóstico similar al realizado por la SPU y el CONFEDI.

⁷⁰Si bien 194 realizaron el Test diagnóstico, 159 fueron los que indicaron la escuela de procedencia

Chi-cuadrado ajustado (Valor observado)	6,749
Chi-cuadrado ajustado (Valor crítico)	9,236
GDL	5
p-valor	0,240
alfa	0,1

Como el p-valor calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,1$, se puede aceptar la hipótesis nula H_0 .

5.7.1 Relación entre las variables Relación con respecto al trabajo (trabaja o no) y Resolución correcta del ejercicio de Trigonometría (Unidad 4)

Tabla 69: Frecuencias observadas y Prueba de independencia: para las variables Relación con respecto al trabajo/ Trigonometría⁷¹

Frecuencias observadas (Trabaja / Trigonometría):

Trabaja	Bien	No resuelve	Mal	Total
No	22	1	66	89
Si	13	1	55	69
Total	35	2	121	158

Chi-cuadrado ajustado (Valor observado)	0,795
Chi-cuadrado ajustado (Valor crítico)	4,605
GDL	2
p-valor	0,672
alfa	0,1

Como el p-valor calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,1$, se puede aceptar la hipótesis nula H_0 .

A modo de síntesis se presentan los resultados obtenidos entre las variables Relación con respecto al trabajo y Cantidad de aciertos en el Test. (Tabla 70)

Tabla 70: Síntesis de las relaciones entre las variables Relación con respecto al trabajo y Cantidad de aciertos en el Test.

	Cantidad de aciertos en el Test	p - valor	
	Cantidad de aciertos en el Test	Independiente	0,240
Relación con respecto al trabajo	Resolución correcta ejercicio de Trigonometría(U4)	Independiente	0,672

Este resultado resulta importante ya que, tal como se observó anteriormente, de los alumnos ingresantes a la FINLZ, aproximadamente el 50 % trabaja y lo hace con una intensidad de 8 hs promedio. Es por esto que resulta relevante que la cantidad de aciertos y la resolución

⁷¹Cabe destacar que se focaliza en la Unidad 4 correspondiente a Trigonometría ya que resulta importante para la FIUNLZ conocer los saberes previos que traen los estudiantes en esta área.

correcta del ejercicio de trigonometría sea independiente de su relación con respecto al trabajo.

5.8 Relación entre las variables Recibió apoyo en el ingreso y Cantidad de aciertos en el Test

5.8.1 Relación entre las variables Recibió apoyo en el ingreso y Cantidad de aciertos en la Unidad 1

Tabla 71: Frecuencias observadas y Prueba de independencia: para las variables Recibió apoyo en el ingreso/Cantidad de aciertos Unidad 1

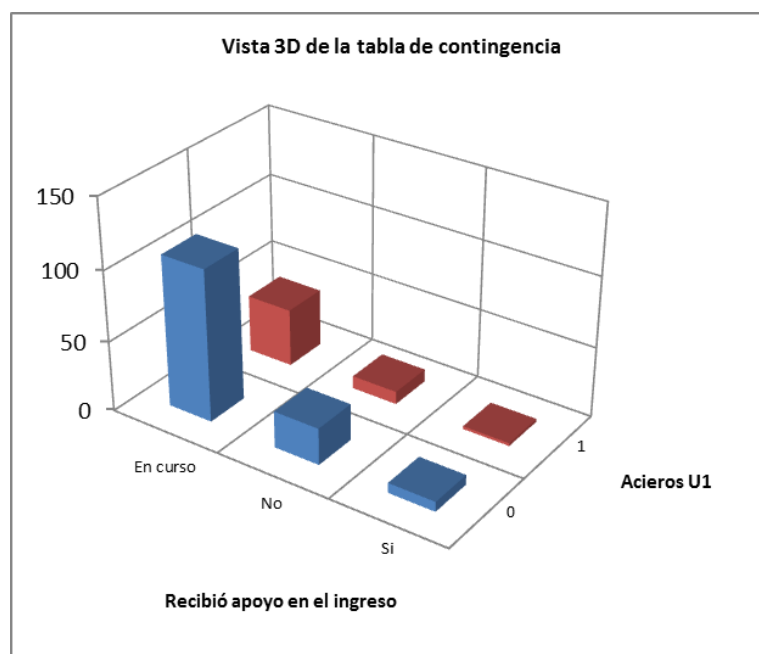
Frecuencias observadas (Recibió Apoyo Ingreso / Aciertos U1):

Recibió Apoyo Ingreso / Aciertos U1	0	1	Total
En curso	108	41	149
No	26	9	35
Si	7	2	9
Total	141	52	193

Chi-cuadrado ajustado (Valor observado)	0,154
Chi-cuadrado ajustado (Valor crítico)	4,605
GDL	2
p-valor	0,926
alfa	0,1

Como el p-valor calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,1$, se puede aceptar la hipótesis nula H_0 .

Gráfico 50: Vista 3D de la tabla de contingencia para las variables Recibió apoyo en el ingreso/Cantidad de aciertos Unidad 1



Fuente: Elaboración propia

5.8.2 Relación entre las variables Recibió apoyo en el ingreso y Cantidad de aciertos en la Unidad 2

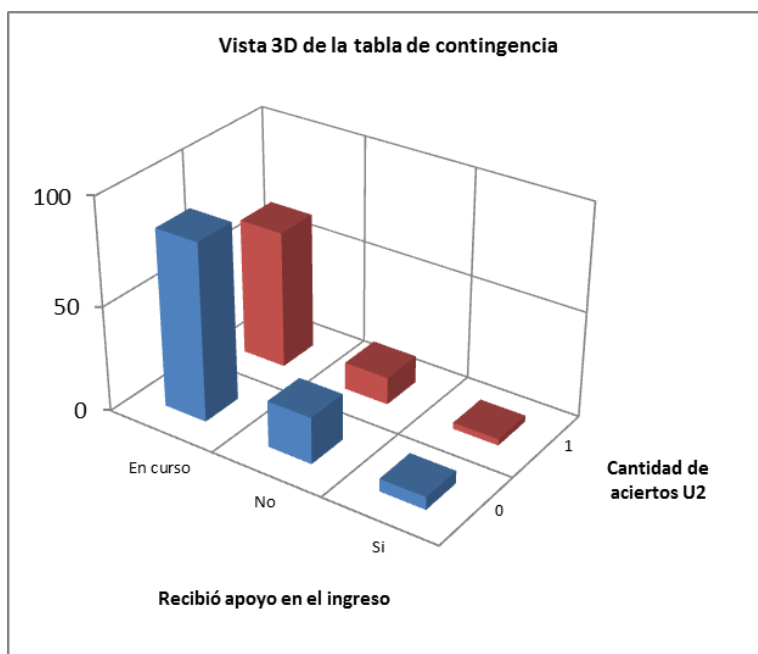
Tabla 72: Frecuencias observadas y Prueba de independencia: para las variables Recibió apoyo en el ingreso/Cantidad de aciertos Unidad 2

Frecuencias observadas (Recibió Apoyo Ingreso / Aciertos U2):

Recibió Apoyo Ingreso / Aciertos U2	0	1	Total
En curso	84	65	149
No	22	13	35
Si	6	3	9
Total	112	81	193
Chi-cuadrado ajustado (Valor observado)			0,778
Chi-cuadrado ajustado (Valor crítico)			4,605
GDL			2
p-valor			0,678
alfa			0,1

Como el p-valor calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,1$, se puede aceptar la hipótesis nula H_0 .

Gráfico 51: Vista 3D de la tabla de contingencia para las variables Recibió apoyo en el ingreso/Cantidad de aciertos Unidad 2



Fuente: Elaboración propia

5.8.3 Relación entre las variables Recibió apoyo en el ingreso y Cantidad de aciertos en la Unidad 3

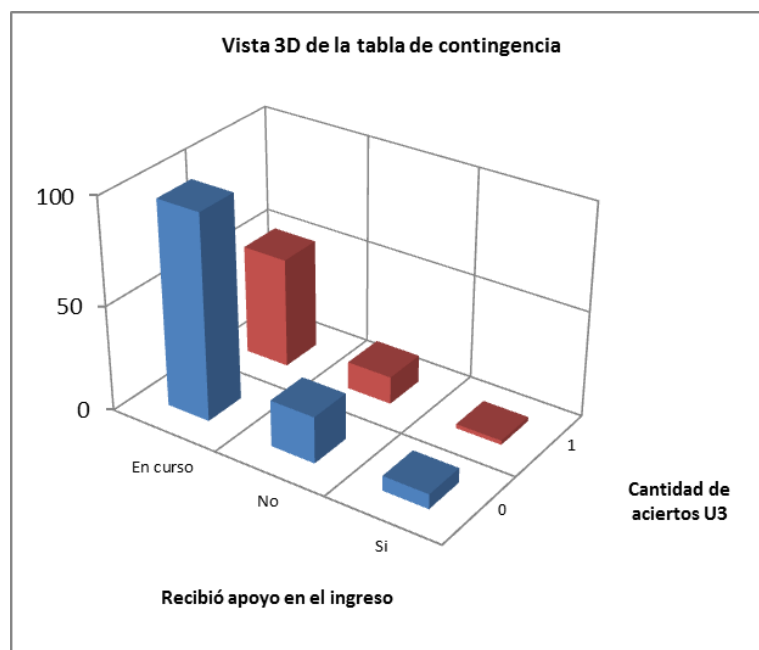
Tabla 73: Frecuencias observadas y Prueba de independencia: para las variables Recibió apoyo en el ingreso/Cantidad de aciertos Unidad 3

Frecuencias observadas (Recibió Apoyo Ingreso / Aciertos U3):

Recibió Apoyo Ingreso / Aciertos U3	0	1	Total
En curso	97	52	149
No	22	13	35
Si	7	2	9
Total	126	67	193
Chi-cuadrado ajustado (Valor observado)			0,713
Chi-cuadrado ajustado (Valor crítico)			4,605
GDL			2
p-valor			0,700
alfa			0,1

Como el p-valor calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,1$, se puede aceptar la hipótesis nula H_0 .

Gráfico 52: Vista 3D de la tabla de contingencia para las variables Recibió apoyo en el ingreso/Cantidad de aciertos Unidad 3



Fuente: Elaboración propia

5.8.4 Relación entre las variables Recibió apoyo en el ingreso y Cantidad de aciertos en la Unidad 4

Tabla 74: Frecuencias observadas y Prueba de independencia: para las variables Recibió apoyo en el ingreso/Cantidad de aciertos Unidad 4

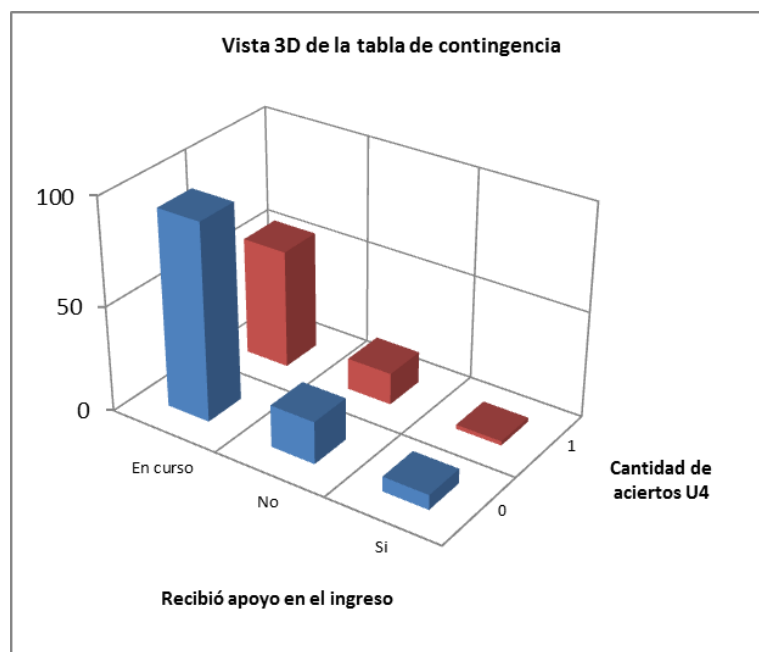
Frecuencias observadas (Recibió Apoyo Ingreso / Aciertos U4):

Recibió Apoyo Ingreso / Aciertos U4	0	1	Total
En curso	93	56	149
No	20	15	35
Si	7	2	9
Total	120	73	193

Chi-cuadrado ajustado (Valor observado)	1,312
Chi-cuadrado ajustado (Valor crítico)	4,605
GDL	2
p-valor	0,519
alfa	0,1

Como el p-valor calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,1$, se puede aceptar la hipótesis nula H_0 .

Gráfico 53: Vista 3D de la tabla de contingencia para las variables Recibió apoyo en el ingreso/Cantidad de aciertos Unidad 4



Fuente: Elaboración propia

5.8.5 Relación entre las variables Recibió apoyo en el ingreso y Cantidad de aciertos en la Unidad 5

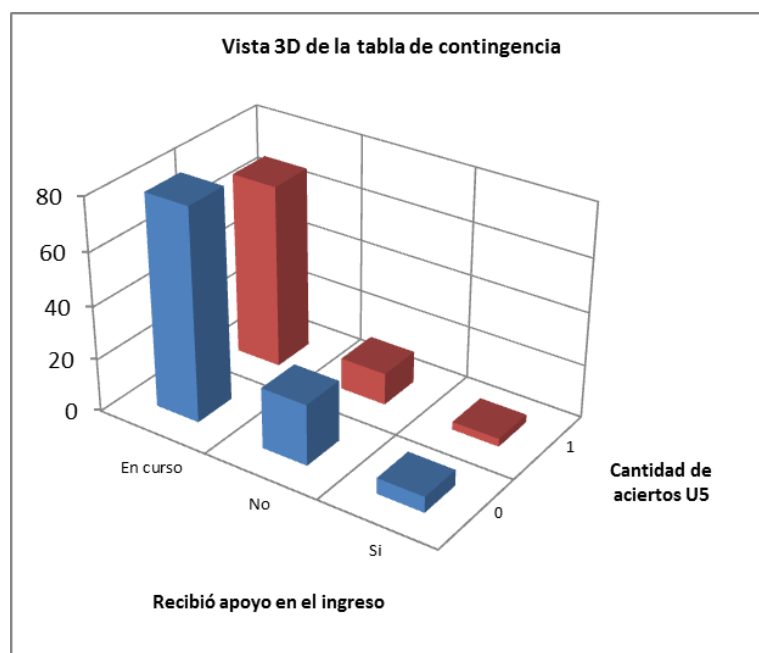
Tabla 75: Frecuencias observadas y Prueba de independencia: para las variables Recibió apoyo en el ingreso/Cantidad de aciertos Unidad 5

Frecuencias observadas (Recibió Apoyo Ingreso / Aciertos U5):

Recibió Apoyo Ingreso / Aciertos U5	0	1	Total
En curso	80	69	149
No	23	12	35
Si	6	3	9
Total	109	84	193
Chi-cuadrado ajustado (Valor observado)			2,066
Chi-cuadrado ajustado (Valor crítico)			4,605
GDL			2
p-valor			0,356
alfa			0,1

Como el p-valor calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,1$, se puede aceptar la hipótesis nula H_0 .

Gráfico 54: Vista 3D de la tabla de contingencia para las variables Recibió apoyo en el ingreso/Cantidad de aciertos Unidad 5



Fuente: Elaboración propia

A modo de síntesis se presentan los resultados obtenidos entre las variables Recibió apoyo en el ingreso/Cantidad de aciertos en el Test. (Tabla 76)

Tabla 76: Síntesis de las relaciones entre las variables Recibió apoyo en el ingreso/Cantidad de aciertos

		Recibió apoyo en el ingreso	p - valor
	Cantidad de aciertos U1	Independiente	0,926
	Cantidad de aciertos U2	Independiente	0,678
Cantidad de aciertos	Cantidad de aciertos U3	Independiente	0,700
	Cantidad de aciertos U4	Independiente	0,519
	Cantidad de aciertos U5	Independiente	0,356

5.9 Relación entre Año de egreso secundario y Cantidad de aciertos en el Test

5.9.1 Relación entre Año de egreso secundario y Cantidad de aciertos en la Unidad 1

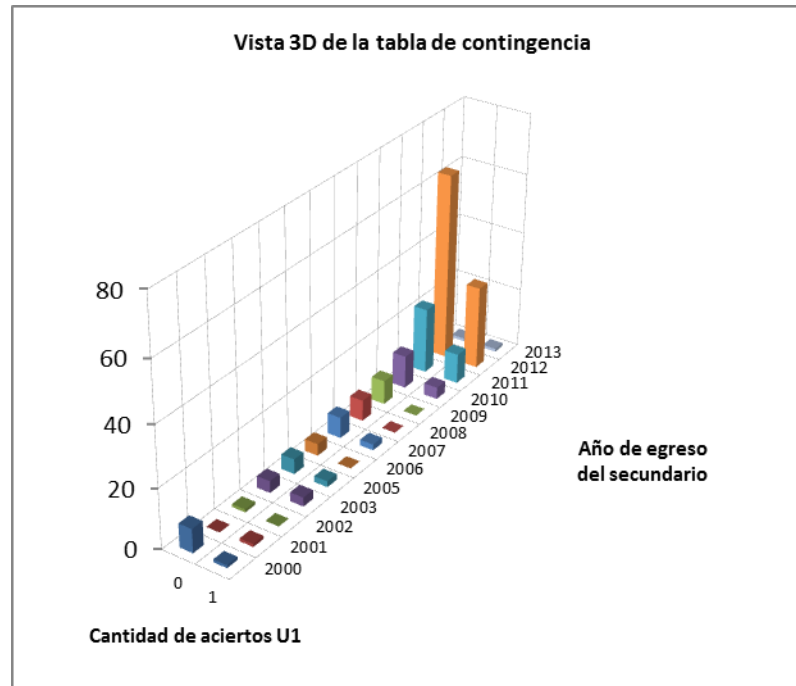
Tabla 77: Frecuencias observadas y Prueba de independencia: para las variables Año de egreso del secundario/Cantidad de aciertos Unidad 1

Frecuencias observadas (Aciertos U1 / Egreso Secundario):

	2000	2001	2002	2003	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Total
0	8	0	1	4	5	4	7	7	8	11	22	63	1	141
1	1	1	0	3	2	0	2	0	0	4	10	28	1	52
Total	9	1	1	7	7	4	9	7	8	15	32	91	2	193
Chi-cuadrado ajustado (Valor observado)														13,765
Chi-cuadrado ajustado (Valor crítico)														18,549
GDL														12
p-valor														0,316
alfa														0,1

Como el p-valor calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,1$, se puede aceptar la hipótesis nula H_0 .

Gráfico 55: Vista 3D de la tabla de contingencia para las variables Año de egreso del secundario/Cantidad de aciertos Unidad 1



Fuente: Elaboración propia

5.9.2 Relación entre Año de egreso secundario y Cantidad de aciertos en la Unidad 2

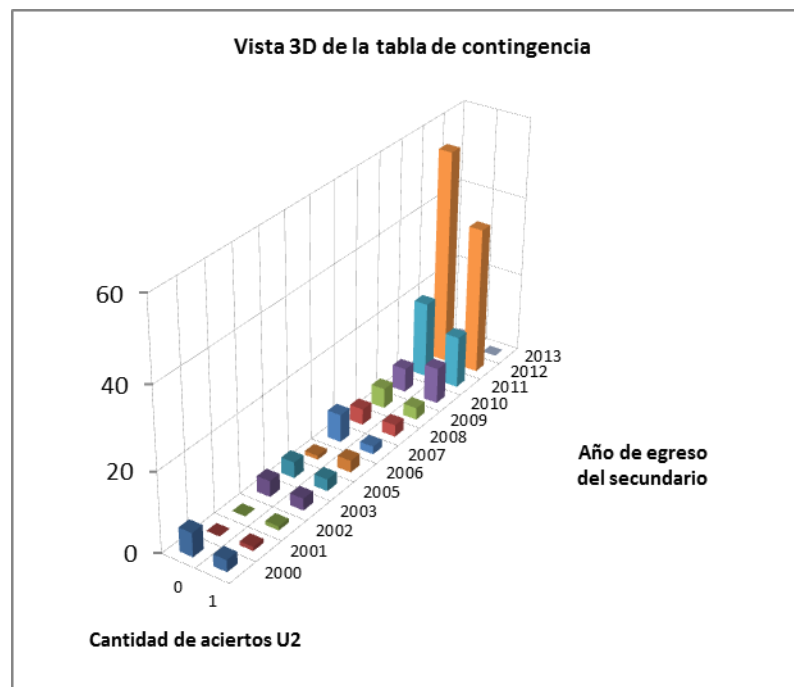
Tabla 78: Frecuencias observadas y Prueba de independencia: para las variables Año de egreso del secundario/Cantidad de aciertos Unidad 2

Frecuencias observadas (Aciertos U2 / Egreso Secundario):

	2000	2001	2002	2003	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Total
0	6	0	0	4	4	1	7	4	5	6	19	54	2	112
1	3	1	1	3	3	3	2	3	3	9	13	37	0	81
Total	9	1	1	7	7	4	9	7	8	15	32	91	2	193
Chi-cuadrado ajustado (Valor observado)														9,883
Chi-cuadrado ajustado (Valor crítico)														18,549
GDL														12
p-valor														0,626
alfa														0,1

Como el p-valor calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,1$, se puede aceptar la hipótesis nula H_0 .

Gráfico 56: Vista 3D de la tabla de contingencia para las variables Año de egreso del secundario/Cantidad de aciertos Unidad 2



Fuente: Elaboración propia

5.9.3 Relación entre Año de egreso secundario y Cantidad de aciertos en la Unidad 3

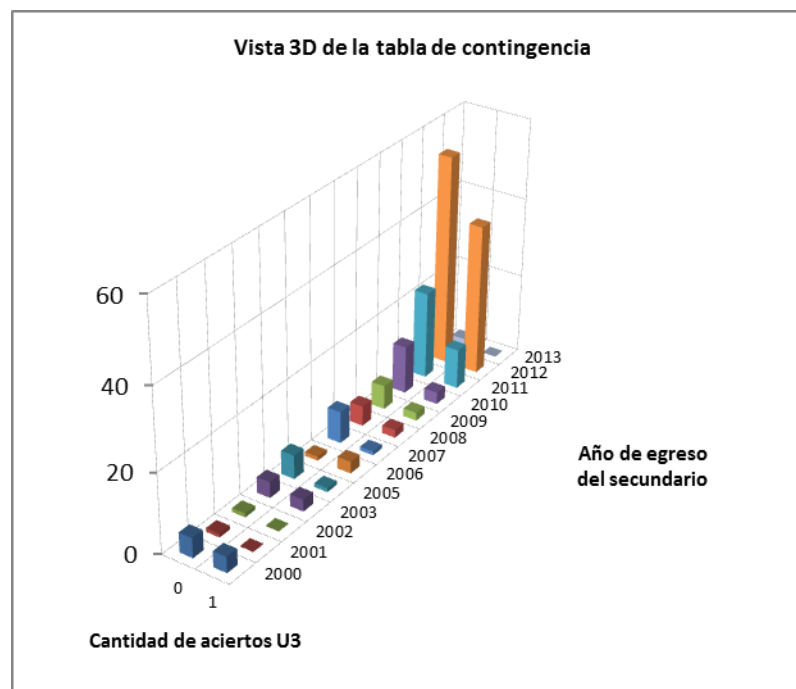
Tabla 79: Frecuencias observadas y Prueba de independencia: para las variables Año de egreso del secundario/Cantidad de aciertos Unidad 3

Frecuencias observadas (Aciertos U3 / Egreso Secundario):

	2000	2001	2002	2003	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Total
0	5	1	1	4	6	1	8	5	6	12	22	53	2	126
1	4	0	0	3	1	3	1	2	2	3	10	38	0	67
Total	9	1	1	7	7	4	9	7	8	15	32	91	2	193
Chi-cuadrado ajustado (Valor observado)														13,118
Chi-cuadrado ajustado (Valor crítico)														18,549
GDL														12
p-valor														0,361
alfa														0,1

Como el p-valor calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,1$, se puede aceptar la hipótesis nula H_0

Gráfico 57: Vista 3D de la tabla de contingencia para las variables Año de egreso del secundario/Cantidad de aciertos Unidad 3



Fuente: Elaboración propia

5.9.4 Relación entre Año de egreso secundario y Cantidad de aciertos en la Unidad 4

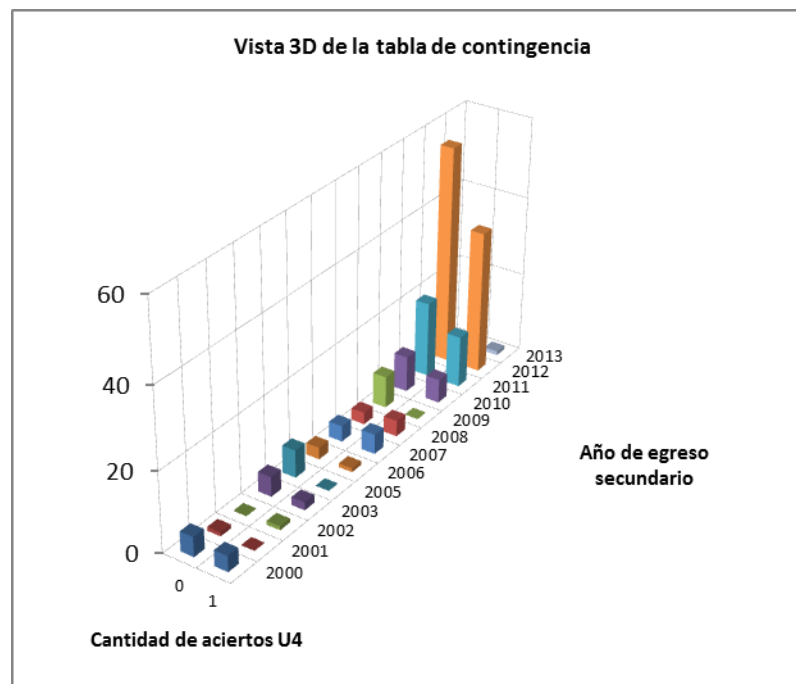
Tabla 80: Frecuencias observadas y Prueba de independencia: para las variables Año de egreso del secundario/Cantidad de aciertos Unidad 4

Frecuencias observadas (Aciertos U4 / Egreso Secundario):

	2000	2001	2002	2003	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Total
0	5	1	0	5	7	3	4	3	8	9	19	55	1	120
1	4	0	1	2	0	1	5	4	0	6	13	36	1	73
Total	9	1	1	7	7	4	9	7	8	15	32	91	2	193
Chi-cuadrado ajustado (Valor observado)														14,773
Chi-cuadrado ajustado (Valor crítico)														18,549
GDL														12
p-valor														0,254
alfa														0,1

Como el p-valor calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,1$, se puede aceptar la hipótesis nula H_0

Gráfico 58: Vista 3D de la tabla de contingencia para las variables Año de egreso del secundario/Cantidad de aciertos Unidad 4



Fuente: Elaboración propia

5.9.5 Relación entre Año de egreso secundario y Cantidad de aciertos en la Unidad 5

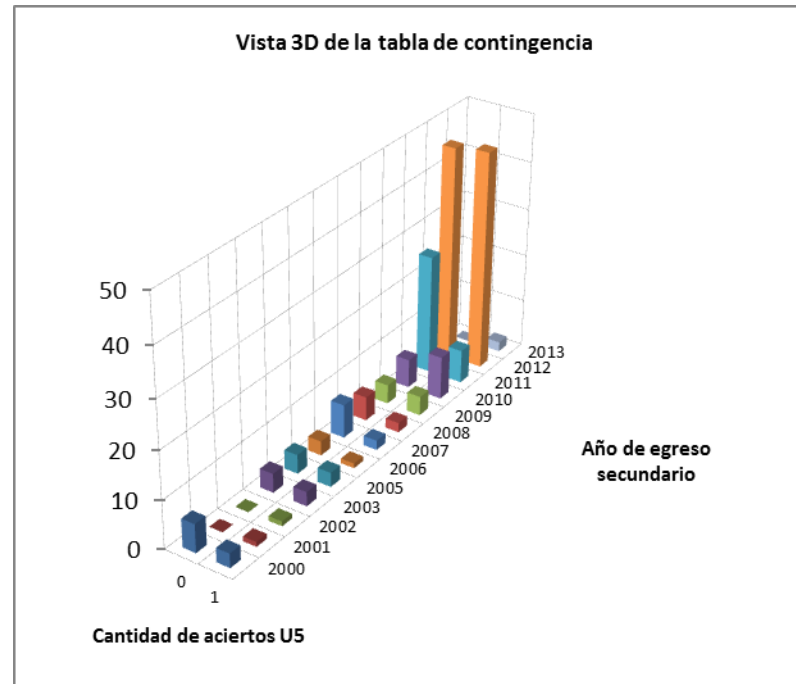
Tabla 81: Frecuencias observadas y Prueba de independencia: para las variables Año de egreso del secundario/Cantidad de aciertos Unidad 5

Frecuencias observadas (Aciertos U5 / Egreso Secundario):

	2000	2001	2002	2003	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Total
0	6	0	0	4	4	3	7	5	4	6	25	45	0	109
1	3	1	1	3	3	1	2	2	4	9	7	46	2	84
Total	9	1	1	7	7	4	9	7	8	15	32	91	2	193
Chi-cuadrado ajustado (Valor observado)														18,151
Chi-cuadrado ajustado (Valor crítico)														17,552
GDL														12
p-valor														0,111
alfa														0,13

Como el p-valor computado es menor que el nivel de significación $\alpha=0,13$, se debe rechazar la hipótesis nula H_0 , y aceptar la hipótesis alternativa H_a .

Gráfico 59: Vista 3D de la tabla de contingencia para las variables Año de egreso del secundario/Cantidad de aciertos Unidad 5



Fuente: Elaboración propia

A modo de síntesis se presentan los resultados obtenidos entre las variables Año de egreso del secundario/Cantidad de aciertos en el Test. (Tabla 82)

Tabla 82: Síntesis de las relaciones entre las variables Recibió Año de egreso del secundario/Cantidad de aciertos en las distintas Unidades

	Año de egreso en el secundario	p - valor
	Independiente	0,316
	Independiente	0,626
Cantidad de aciertos	Independiente	0,361
	Independiente	0,254
	Dependiente	0,111

Con respecto al Análisis bivariado realizado utilizando la Prueba de Chi cuadrado de independencia, no se han encontrado dependencias significativas entre las variables consideradas, salvo entre las variables: Tipo de problemas (Problemas en los que se aplican propiedades) y Resultado más frecuente del problema y Año de egreso del secundario y Cantidad de aciertos en la Unidad 5 (Polinomios).

Estos resultados obtenidos refutan dos de las hipótesis de trabajo formuladas.

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

ANÁLISIS MULTIVARIADO

Con el fin de profundizar el análisis se considera la variación conjunta de las variables. El análisis factorial es una técnica estadística cuyo objetivo es el descubrimiento de las dimensiones de variabilidad común existentes en un campo de fenómenos. Cada una de estas dimensiones de variabilidad común recibe el nombre de factor.

5.10 Cantidad de aciertos en las distintas unidades (Análisis factorial de componentes principales)

Tabla 83: Estadísticas simples

Variable	Observaciones	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Aciertos U1	193	0,000	1,000	0,269	0,445
Aciertos U2	193	0,000	1,000	0,420	0,495
Aciertos U3	193	0,000	1,000	0,347	0,477
Aciertos U4	193	0,000	1,000	0,378	0,486
Aciertos U5	193	0,000	1,000	0,435	0,497

Tabla 84 : Matriz de correlación (Pearson (n)):

Variables	Aciertos U1	Aciertos U2	Aciertos U3	Aciertos U4	Aciertos U5
Aciertos U1	1	0,241	0,072	0,273	0,221
Aciertos U2	0,241	1	0,130	0,289	0,185
Aciertos U3	0,072	0,130	1	0,082	0,216
Aciertos U4	0,273	0,289	0,082	1	0,134

Aciertos U5	0,221	0,185	0,216	0,134	1
-------------	--------------	--------------	--------------	-------	----------

Los valores en negrita son significativamente diferentes de 0 con un nivel de significación $\alpha=0,05$

Alfa de Cronbach: 0,53

Tabla 85: Valores propios

	F1	F2	F3	F4	F5
Valor propio	1,756	1,023	0,817	0,724	0,680
Variabilidad (%)	35,128	20,469	16,340	14,472	13,592
% acumulado	35,128	55,596	71,937	86,408	100,000

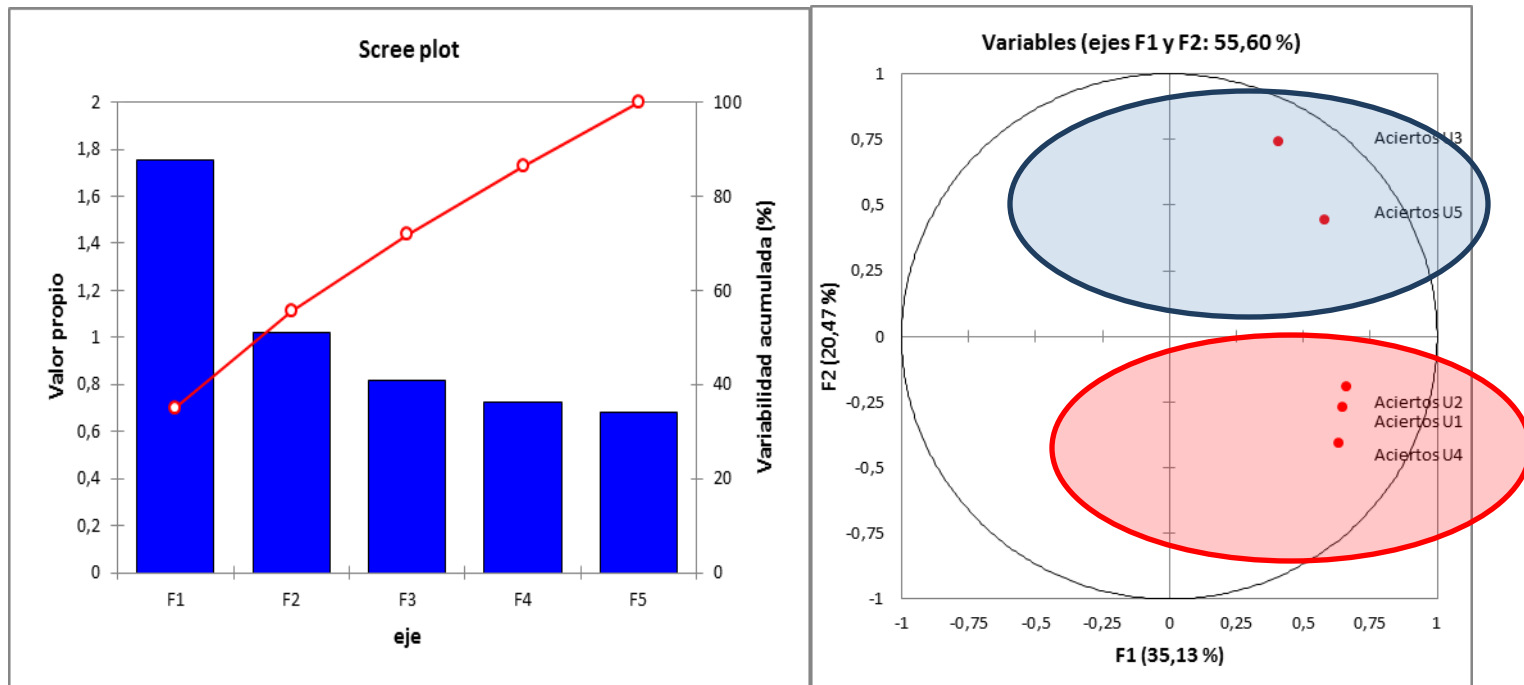


Gráfico 60: ScreeplotGráfico 61: Gráfico simétrico

5.11 Cantidad de aciertos en las distintas unidades y Recibió apoyo en el ingreso (Análisis Factorial de Correspondencias Múltiples)

Tabla 86: Estadísticas simples

Variable	Categorías	Frecuencias	%
Aciertos U1	0	141	73,057
	1	52	26,943

Aciertos U2	0	112	58,031
	1	81	41,969
Aciertos U3	0	126	65,285
	1	67	34,715
Aciertos U4	0	120	62,176
	1	73	37,824
Aciertos U5	0	109	56,477
	1	84	43,523
Recibió Apoyo Ingreso	En curso	149	77,202
	No	35	18,135
	Si	9	4,663

Tabla 87: Tabla deBurt

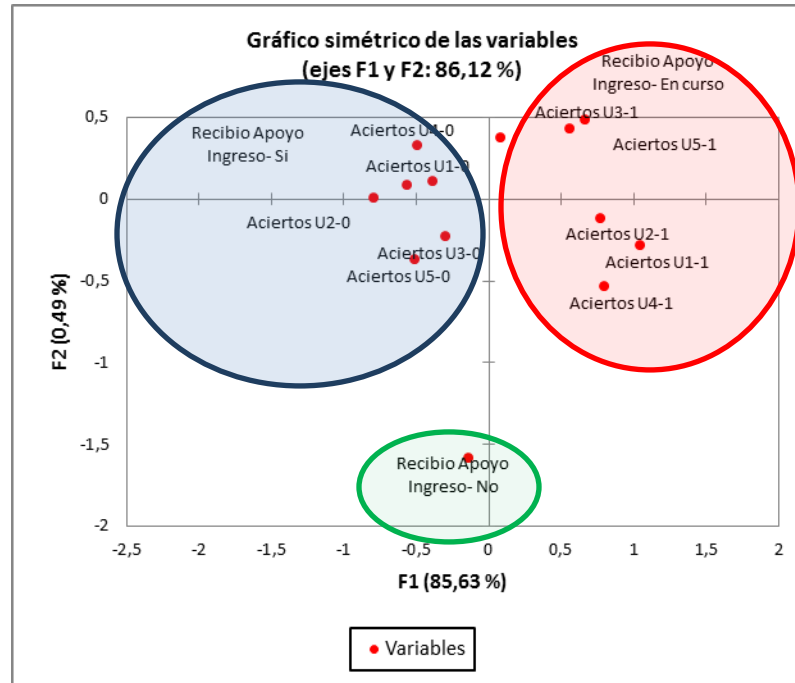
	Aciertos U1-0	Aciertos U1-1	Aciertos U2-0	Aciertos U2-1	Aciertos U3-0	Aciertos U3-1	Aciertos U4-0	Aciertos U4-1	Aciertos U5-0	Aciertos U5-1	Recibió Apoyo Ingreso- En curso	Recibió Apoyo Ingreso- No	Recibió Apoyo Ingreso- Si
Aciertos U1-0	141	0	92	49	95	46	99	42	89	52	108	26	7
Aciertos U1-1	0	52	20	32	31	21	21	31	20	32	41	9	2
Aciertos U2-0	92	20	112	0	79	33	83	29	72	40	84	22	6
Aciertos U2-1	49	32	0	81	47	34	37	44	37	44	65	13	3
Aciertos U3-0	95	31	79	47	126	0	82	44	81	45	97	22	7
Aciertos U3-1	46	21	33	34	0	67	38	29	28	39	52	13	2
Aciertos U4-0	99	21	83	37	82	38	120	0	74	46	93	20	7

Aciertos U4-1	42	31	29	44	44	29	0	73	35	38	56	15	2
Aciertos U5-0	89	20	72	37	81	28	74	35	109	0	80	23	6
Aciertos U5-1	52	32	40	44	45	39	46	38	0	84	69	12	3
Recibió Apoyo Ingreso- En curso	108	41	84	65	97	52	93	56	80	69	149	0	0
Recibió Apoyo Ingreso- No	26	9	22	13	22	13	20	15	23	12	0	35	0
Recibió Apoyo Ingreso- Si	7	2	6	3	7	2	7	2	6	3	0	0	9

Tabla 88: Valores propios y porcentajes de inercia

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Valor propio	0,295	0,176	0,171	0,162	0,133	0,117	0,113
Inercia (%)	25,328	15,117	14,619	13,844	11,442	9,986	9,664
% acumulado	25,328	40,445	55,064	68,908	80,350	90,336	100,000
Inercia ajustada	0,024	0,000	0,000				
Inercia ajustada (%)	85,635	0,485	0,078				
% acumulado	85,635	86,120	86,198				

Gráfico 62: Gráfico simétrico



Fuente: Elaboración propia

5.12 Tipos de problemas (Análisis factorial de componentes principales)

Tabla 89: Estadísticas simples

Variable	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Aplica definiciones	0,000	1,000	0,980	0,143
Aplica propiedades	0,000	1,000	0,796	0,407
Realiza operaciones numéricas	0,000	1,000	0,551	0,503
Tiene gráfico	0,000	1,000	0,143	0,354
Tiene expresiones algebraicas	0,000	1,000	0,633	0,487
Aplica fórmulas	0,000	1,000	0,388	0,492
Tiene enunciado textual	0,000	1,000	0,673	0,474

Tabla 90: Matriz de correlación (Pearson (n))

Variables	Aplica definiciones	Aplica propiedades	Realiza operaciones numéricas	Tiene gráfico	Tiene expresiones algebraicas	Aplica fórmulas	Tiene enunciado textual
Aplica definiciones	1	-0,073	0,160	0,059	-0,110	0,115	0,207
Aplica propiedades	-0,073	1	-0,355	-0,227	0,454	-0,325	-0,137
Realiza operaciones numéricas	0,160	-0,355	1	0,134	-0,688	0,466	0,334
Tiene gráfico	0,059	-0,227	0,134	1	-0,294	0,393	0,160
Tiene expresiones algebraicas	-0,110	0,454	-0,688	-0,294	1	-0,436	-0,440
Aplica fórmulas	0,115	-0,325	0,466	0,393	-0,436	1	0,554
Tiene enunciado textual	0,207	-0,137	0,334	0,160	-0,440	0,554	1

Los valores en negrita son significativamente diferentes de 0 con un nivel de significación $\alpha=0,05$

Tabla 91: Valores propios

	F1	F2	F3	F4	F5
Valor propio	2,585	0,648	0,195	0,067	0,031
Variabilidad (%)	36,928	9,256	2,782	0,959	0,436
% acumulado	36,928	46,184	48,966	49,925	50,361

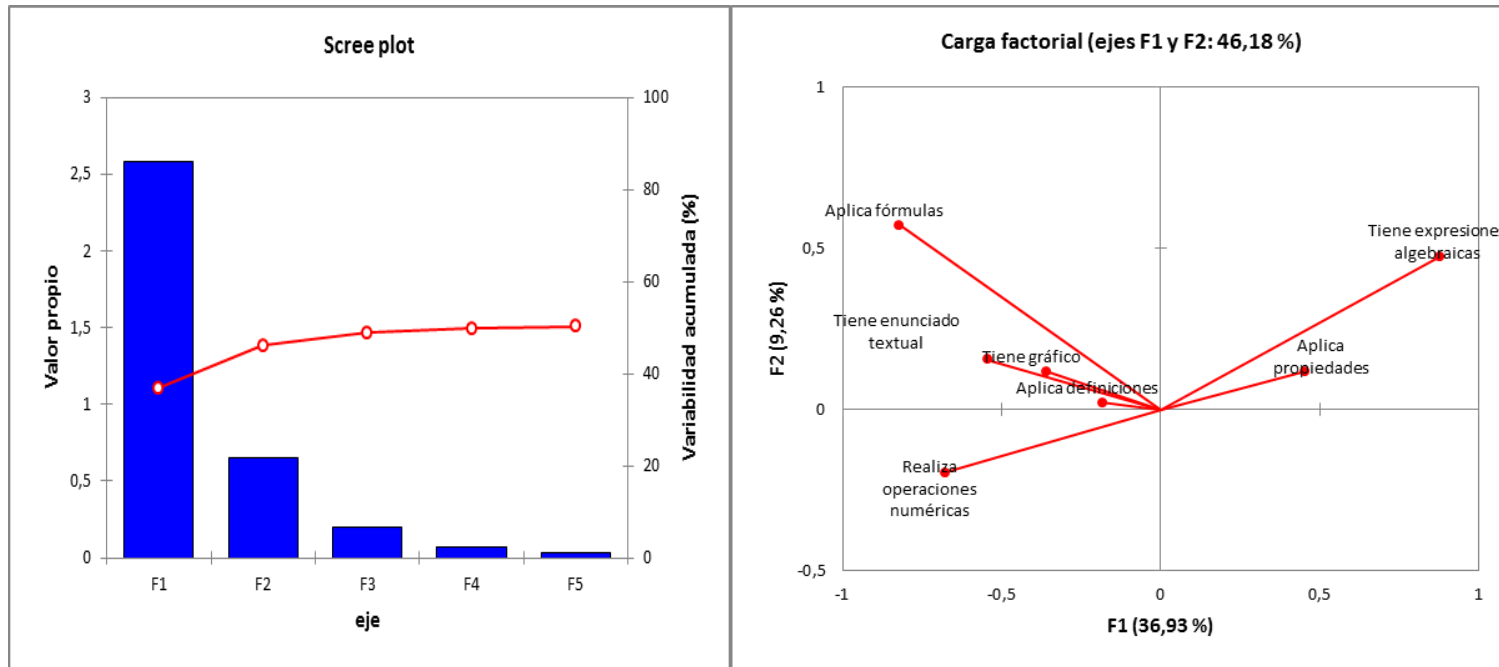


Gráfico 63: Screeplot **Gráfico 64: Gráfico simétrico**

5.13 Tipos de errores (Análisis factorial de componentes principales)

Tabla 92: Estadísticas simples

Variable	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Dificultades del lenguaje	0,000	21,000	1,240	3,623
Dificultades para obtener información espacial	0,000	8,000	0,400	1,616
Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos	0,000	16,000	3,560	4,126
Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	0,000	19,000	4,260	4,384
Aplicación de reglas o estrategias irrelevantes	0,000	16,000	0,660	2,488

Tabla 93: Matriz de correlación (Pearson (n))

Variables	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
Dificultades del lenguaje	1	-0,086	-0,165	-0,045	-0,093
Dificultades para obtener información espacial	-0,086	1	0,241	0,077	-0,067
Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos	-0,165	0,241	1	0,059	0,047
Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento	-0,045	0,077	0,059	1	-0,179
Aplicación de reglas o estrategias irrelevantes	-0,093	-0,067	0,047	-0,179	1

Tabla 94: Valores propios

	F1	F2	F3	F4	F5
Valor propio	1,368	1,198	0,925	0,784	0,724
Variabilidad (%)	27,364	23,969	18,496	15,681	14,490
% acumulado	27,364	51,333	69,829	85,510	100,000

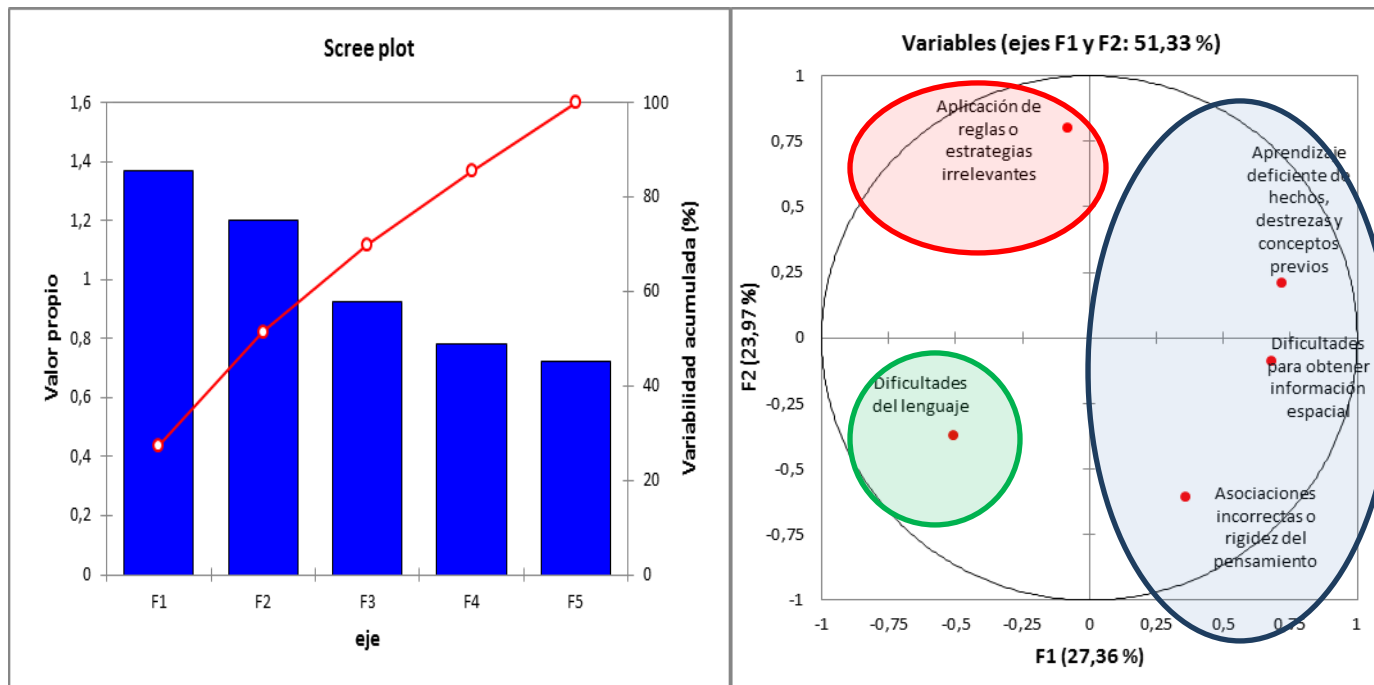


Gráfico 65: Screeplot **Gráfico 66: Gráfico simétrico**

5.14 Tipos de problemas – Ocurrencia de error (Análisis Factorial de Correspondencias múltiples)

Tabla 95: Estadísticas simples

Variable	Categorías	Frecuencias	%
Aplica definiciones	NO	1	2,000
	SI	49	98,000
Aplica propiedades	NO	10	20,000
	SI	40	80,000
Realiza operaciones numéricas	NO	22	44,000
	SI	28	56,000
Tiene gráfico	NO	43	86,000
	SI	7	14,000
Tiene expresiones algebraicas	NO	17	34,000
	SI	33	66,000
Aplica fórmulas	NO	32	64,000
	SI	18	36,000
Tiene enunciado textual	NO	16	32,000
	SI	34	68,000
Frecuencia del error	ALTA	22	44,000
	BAJA	15	30,000
	MEDIA	13	26,000

Tabla 96: Tabla deBurt

	AD-NO	AD-SI	AP-NO	AP-SI	RON-NO	RON-SI	TG-NO	TG-SI	TEA-NO	TEA-SI	AF-NO	AF-SI	TET-NO	TET-SI	FE-ALTA	FE-BAJA	FE-MEDIA
Aplica definiciones-NO	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1
Aplica definiciones-SI	0	49	10	39	21	28	42	7	17	32	31	18	15	34	22	15	12
Aplica propiedades-NO	0	10	10	0	1	9	7	3	8	2	3	7	2	8	7	2	1
Aplica propiedades-SI	1	39	0	40	21	19	36	4	9	31	29	11	14	26	15	13	12
Realiza operaciones numéricas-NO	1	21	1	21	22	0	20	2	0	22	19	3	11	11	11	7	4
Realiza operaciones numéricas-SI	0	28	9	19	0	28	23	5	17	11	13	15	5	23	11	8	9
Tiene gráfico-NO	1	42	7	36	20	23	43	0	12	31	31	12	15	28	19	13	11
Tiene gráfico-SI	0	7	3	4	2	5	0	7	5	2	1	6	1	6	3	2	2
Tiene expresiones algebraicas-NO	0	17	8	9	0	17	12	5	17	0	6	11	1	16	7	5	5
Tiene expresiones algebraicas-SI	1	32	2	31	22	11	31	2	0	33	26	7	15	18	15	10	8
Aplica fórmulas-NO	1	31	3	29	19	13	31	1	6	26	32	0	16	16	12	12	8
Aplica fórmulas-SI	0	18	7	11	3	15	12	6	11	7	0	18	0	18	10	3	5
Tiene enunciado textual-NO	1	15	2	14	11	5	15	1	1	15	16	0	16	0	7	6	3

Tiene enunciado textual-SI	0	34	8	26	11	23	28	6	16	18	16	18	0	34	15	9	10
Frecuencia del error-ALTA	0	22	7	15	11	11	19	3	7	15	12	10	7	15	22	0	0
Frecuencia del error-BAJA	0	15	2	13	7	8	13	2	5	10	12	3	6	9	0	15	0
Frecuencia del error-MEDIA	1	12	1	12	4	9	11	2	5	8	8	5	3	10	0	0	13

Tabla 97: Valores propios y porcentajes de inercia

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Valor propio	0,361	0,161	0,141	0,126	0,116	0,081	0,056	0,051	0,033
Inercia (%)	32,065	14,294	12,513	11,233	10,321	7,200	4,995	4,490	2,890
% acumulado	32,065	46,360	58,872	70,105	80,426	87,625	92,621	97,110	100,000
Inercia ajustada	0,073	0,002	0,000	0,000					
Inercia ajustada (%)	81,468	1,880	0,364	0,003					
% acumulado	81,468	83,348	83,712	83,715					

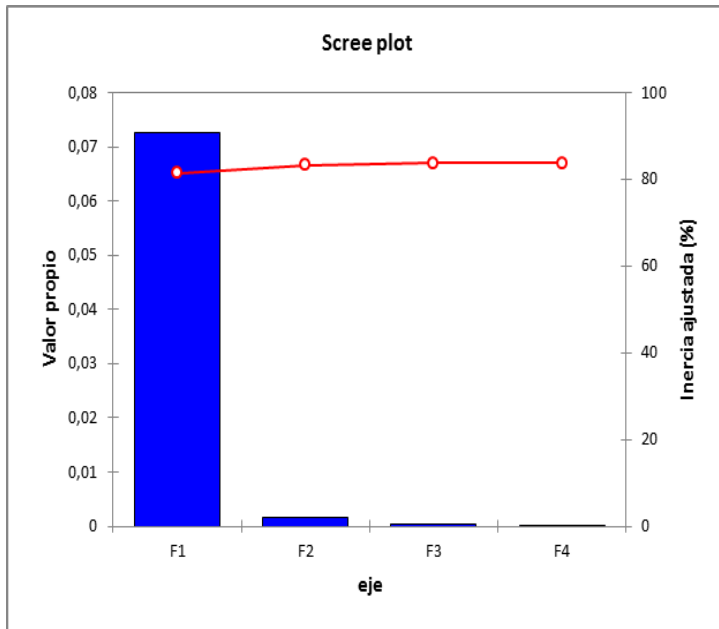


Gráfico 67: Screeplot

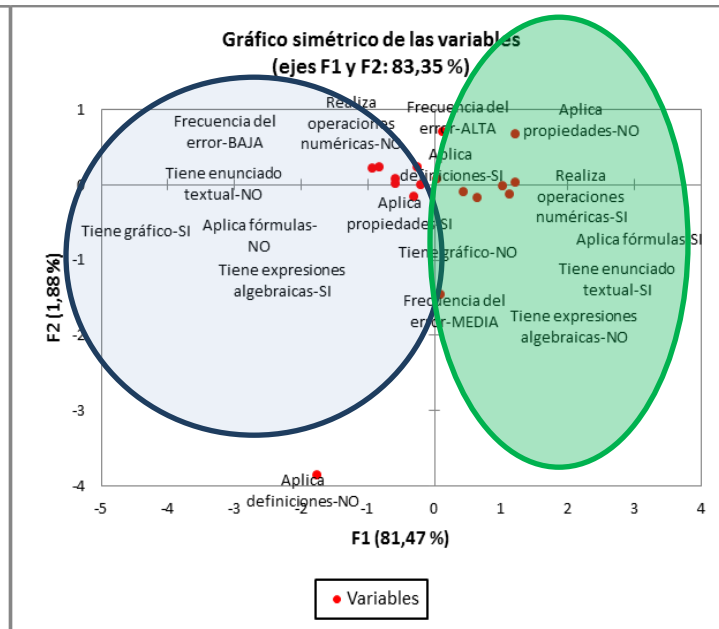


Gráfico 68: Gráfico simétrico

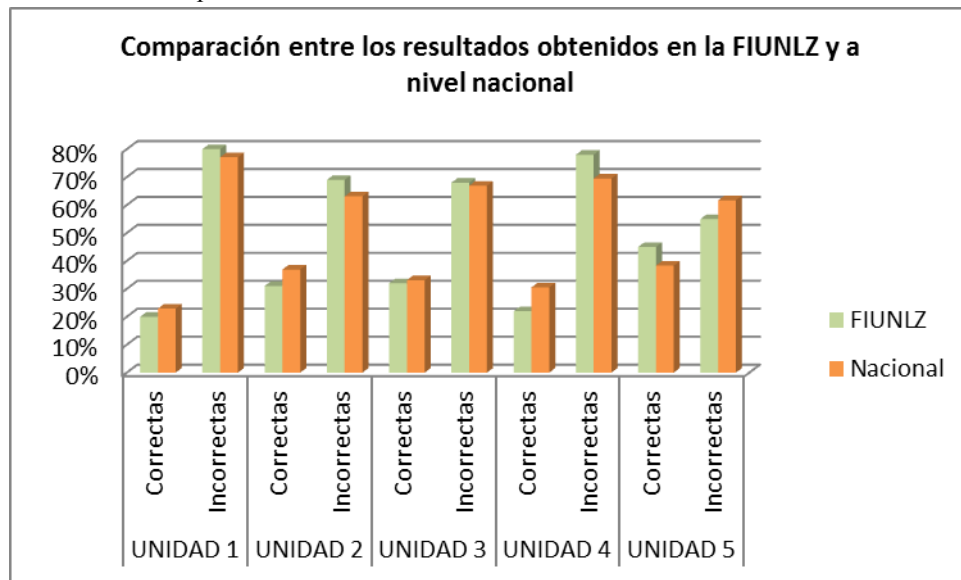
5.15 Comparación entre los resultados obtenidos en la FIUNLZ y a nivel nacional

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 98 y Gráfico 69)

Tabla 98: Comparación entre los resultados obtenidos en la FIUNLZ y a nivel nacional (a nivel porcentual)

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

Gráfico 69: Comparación entre resultados



Fuente: Elaboración propia

Tabla 99: Matriz de correlación (Pearson)

Variabes	FIUNLZ	Nacional
FIUNLZ	1	0,974
Nacional	0,974	1

Los valores en negrita son significativamente diferentes de 0 con un nivel de significación $\alpha=0,05$

Se observa que existe una muy alta correlación entre los resultados obtenidos en la FIUNLZ ya nivel nacional (0,974). (Tabla 99)

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.⁷² (Tabla 100)

Tabla 100: Prueba de Kolmogorov-Smirnov sobre dos muestras / Prueba bilateral

D	0,200
p-valor	0,994
alfa	0,05

El p-valor es calculado utilizando un método exacto.

Interpretación de la prueba:

H0: La distribución de las dos muestras no es significativamente diferente.

Ha: Las distribuciones de las dos muestras son significativamente diferentes.

Como el p-valor calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, se puede aceptar la hipótesis nula H0.

El riesgo de rechazar la hipótesis nula H0 cuando es verdadera es de 99,45%.

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.(Tabla 82 y Gráfico 61)
- b) Los alumnos que actualmente se encontraban cursando el Curso de ingreso al momento del TD2013 tenían aciertos en todas las unidades. (Gráfico 62)

⁷²Resulta 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.

c) Con respecto a los problemas que los alumnos tenían que realizar se observan dos tipologías (Gráfico 64)

Tipo I	Tipo II
Aplica fórmulas Tienen enunciado textual Tiene gráfico Aplica definiciones Realiza operaciones numéricas	Tienen expresiones algebraicas Aplica propiedades

d) Con respecto a los errores que los alumnos cometen al que realizar el TD 2013 se observan tres tipologías (Gráfico 66)

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

e) Al relacionar la ocurrencia del error con los tipos de problemas propuestos se observan dos tipologías (Gráfico 68)

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

- f) Existe una muy alta correlación entre los resultados obtenidos en la FIUNLZ y a nivel nacional (0,974). Asimismo, se puede considerar que no existen diferencias significativas ($\alpha= 0,05$) entre los resultados obtenidos en la FIUNLZ y a nivel nacional.

CONCLUSIONES

La suspensión de la interpretación depende del intérprete, pues por sí misma tiende al infinito.

Freud, 1973, citado por Esther Díaz, 2010⁷³

El Programa Estratégico de Formación de Ingenieros (PEFI) impulsado desde la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU) del Ministerio de Educación de la Nación, tiene como objetivo incrementar la cantidad de graduados de ingeniería en un 50% en 2016 y en un 100% en el 2021. Dentro de este contexto se llevó a cabo el Test diagnóstico (TD) 2013, con el fin de detectar e indagar sobre las competencias que en el área de matemática traen los alumnos ingresantes a las carreras de ingeniería. Los exámenes, surgidos de la aplicación del Test Diagnóstico, de alumnos ingresantes a las carreras de ingeniería de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora, fueron el objeto de estudio de la presente investigación.

En una primera etapa se consideró la necesidad de obtener un perfil de los alumnos ingresantes, teniendo en cuenta: carrera en la que se inscribieron, escuela de procedencia, tipo de escuela, relación con respecto al trabajo, cantidad de horas que trabajan.

A este respecto, es posible afirmar que el 45% de los alumnos ingresantes se inscribió en la carrera de Ingeniería Industrial mientras que el resto lo hizo en Ingeniería Mecánica. Proviene mayoritariamente de escuelas de los partidos de Lomas de Zamora, Almirante Brown y Esteban Echeverría, y el 69 % ha realizado sus estudios medios en escuelas que no son técnicas.

La mayor cantidad de ingresantes (74) terminó la escuela secundaria en el año 2012, aunque se observan algunos ingresantes que finalizaron sus estudios medios en 1980, 1994, 1998. El 70 % ha realizado o está realizando algún curso de ingreso.

El 48 % de los estudiantes que ingresan a la carrera de ingeniería, trabaja, siendo la jornada laboral promedio de 8 horas. Este resultado no es menor, ya que en algunos casos condiciona su desempeño con respecto al estudio.

⁷³Díaz, E. (2010). Entre la tecnociencia y el deseo. La construcción de una epistemología ampliada. Editorial Biblos. pp. 87

Siendo este el perfil de los ingresantes a las carreras de Ingeniería, el estudio se focalizó en los resultados obtenidos en el Test diagnóstico (TD) 2013. Recordemos que nuestro objetivo principal era

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.

En pos de este objetivo principal, se hizo énfasis en dar respuesta a los objetivos secundarios propuestos

- *Análisis de los ejes de contenidos matemáticos que presentaron mayor dificultad*

Dentro de las competencias básicas solicitadas a los alumnos ingresantes a las carreras de ingeniería, se consensuó evaluar a través del Test Diagnóstico, la capacidad de “interpretar y resolver situaciones problemáticas”. Se evaluaron 5 unidades temáticas que forman parte de los Núcleos de aprendizaje prioritarios (NAP) correspondientes a la escuela media. La Unidad 1 concierne a los Números reales, la Unidad 2 a Ecuaciones, la Unidad 3 a Funciones, Unidad 4 a Relaciones trigonométricas en un triángulo rectángulo y la Unidad 5 a Polinomios.

Cabe destacar que el 4% de los alumnos resolvió correctamente los 5 ejercicios propuestos (uno por cada unidad), el 6 % 4 ejercicios, el 11 % 3 ejercicios, el 22% 2 ejercicios, el 23 % 1 ejercicio y el 33% ninguno. Solamente, el 21% de los alumnos pudo resolver correctamente 3 ejercicios o más.

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 que se presenta a continuación⁷⁴: (Imagen 6)

Imagen 6: Ejercicio 10 de la Unidad 1(Números reales) correspondiente al Eje 2(Cálculo de perímetro, área, volumen, densidad; unidades de medida; notación científica; porcentaje)

Ejercicio N° 10

Un comerciante vende a \$100 un artículo cuyo costo es de \$83.
¿Cuál es el porcentaje de ganancia del comerciante respecto del costo del artículo?

- a) 17 %
- b) 20,48 %
- c) 120,48 %
- d) 14,11 %
- e) Ninguna de las anteriores

Si responde: a) 17 %	- Interpreta mal el enunciado: calcula % de ganancia sobre el precio de venta.
Si responde: b) 20,48 %	Es el resultado correcto: - Interpreta correctamente el enunciado del problema. - Calcula correctamente porcentaje. - Opera correctamente en \mathbb{R} .
Si responde: c) 120,48 %	- Interpreta mal el enunciado: calcula % del precio de venta respecto del costo.
Si responde: d) 14,11 %	- Calcula mal porcentaje: plantea incorrectamente la regla de tres simple involucrada.
Si responde: Ninguna de las anteriores	No se puede identificar el error.

Fuente: Test diagnóstico 2013

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 que se presenta a continuación: (Imagen 7)

⁷⁴Por decisión del CONFEDI no es posible presentar la base completa de los 50 problemas correspondientes al Test diagnóstico 2013, ya que pasan a formar parte de la base de problemas para el Test diagnóstico 2014, junto con los problemas que oportunamente enviaron las distintas universidades para esta nueva versión.

Imagen 7: Ejercicio 10 de la Unidad 2(Ecuaciones) correspondiente al Eje 3(Sistemas de dos ecuaciones de primer grado con dos incógnitas)

Ejercicio N° 10

En un colegio mixto hay 1300 estudiantes en total. Si se hubieran inscripto 50 mujeres más, el número de mujeres hubiera duplicado el de varones.
¿Cuántos alumnos hay de cada sexo?

- a) 400 mujeres y 900 varones
- b) 850 mujeres y 450 varones
- c) 883 mujeres y 417 varones
- d) 510 mujeres y 280 varones
- e) Ninguna de las respuestas anteriores es correcta

Si responde: a) 400 mujeres y 900 varones	- No plantea correctamente una de las condiciones dadas y considera: $2(M+50)=V$ y $M+V=1300$. - Sabe resolver el sistema planteado, pero la respuesta resulta incoherente, pues del enunciado se infiere que hay más mujeres que hombres.
Si responde: b) 850 mujeres y 450 varones	- Es la respuesta correcta : - Interpreta el enunciado y plantea el sistema de ecuaciones correctamente. - Resuelve el sistema por algunos de los métodos vistos. - Eventualmente verifica la solución en el sistema.
Si responde: c) 883 mujeres y 467 varones	- Interpreta que la "50 mujeres más" afecta también al total de alumnos y plantea el sistema: $M+50=2V$ y $M+V=1350$. - Sabe resolver el sistema planteado, pero no verifica la solución con el enunciado, pues la suma de mujeres más varones no da los 1300 alumnos. Además, la operatoria requiere redondear un número periódico que no corresponde tratándose de personas representadas con números enteros.
Si responde: d) 510 mujeres y 280 varones	- Puede haberlo elegido verificando solamente una de las condiciones: $M+50=2V$. No advierte que no suman 1300.
e) Ninguna de las respuestas anteriores es correcta	- No puede identificarse el error

Fuente: Test diagnóstico 2013

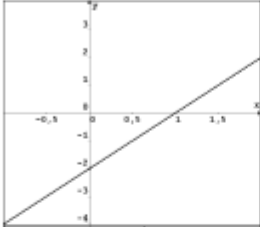
El 46 % de los alumnos resolvió mal los ejercicios de la Unidad 3. Siendo el eje 1 el que presentó mayor dificultad (el 43 % de los que resolvieron mal corresponden a este eje).El ejercicio con mayor cantidad de alumnos que lo resolvieron mal es el Ejercicio 1 (Imagen 8)

Imagen 8: Ejercicio 1 de la Unidad 3 (Funciones) correspondiente al Eje 1(Función de primer grado en una variable)

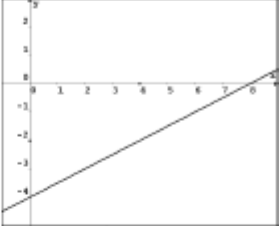
UNIDAD 3: Funciones

1^{er} Eje: Función de primer grado en una variable.
Ejercicio N°1:
 Dada la recta de ecuación $2y - x + 4 = 0$, indique la gráfica correspondiente.

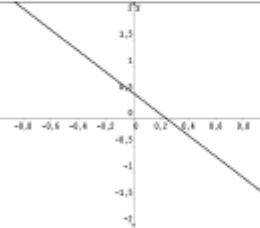
a)



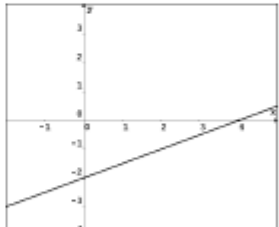
b)



c)



d)



Si responde a)	- Considera como pendiente el cociente $\frac{\Delta x}{\Delta y}$.
Si responde b)	- Despeja mal la variable independiente (olvida dividir en 2 la ordenada al origen) y traslada el error.
Si responde c)	- Confunde ordenada al origen y pendiente.
Si responde d)	Es el resultado correcto: - Despeja correctamente la variable independiente. - Identifica ordenada al origen y pendiente correctamente. - Relaciona los valores obtenidos con la gráfica.
Si responde e) Ninguna de las anteriores	- No es posible identificar el error.

Fuente: Test diagnóstico 2013

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 (Imagen 9)

Imagen 9: Ejercicio 4 de la Unidad 4 (Relaciones trigonométricas en un triángulo rectángulo) correspondiente al Eje 2(Relaciones trigonométricas en un triángulo rectángulo)

Ejercicio N° 4

En un triángulo rectángulo, la hipotenusa mide 25cm y uno de los catetos 24cm. Si $\hat{\beta}$ es el ángulo opuesto al menor de los catetos, entonces el $\text{sen}(\hat{\beta})$ es igual a:

- a) $\frac{7}{25}$
- b) $\frac{25}{7}$
- c) $\frac{24}{25}$
- d) $\frac{7}{24}$
- e) Ninguna de las anteriores

Si responde: a) $\frac{7}{25}$	- Es el resultado correcto: - Interpreta el enunciado del problema: identifica los elementos explícitos, reconoce la información faltante necesaria. - Representa mediante un esquema la situación planteada - Establece relaciones entre los elementos del problema: reconoce las razones trigonométricas. - Procesa la información y elige un procedimiento adecuado para la resolución de la situación: aplica T. de Pitágoras para obtener la medida del cateto faltante, o bien calcula previamente la medida de $\hat{\beta}$ aplicando la función <i>arccoseno</i> , para lo cual deberá operar correctamente con la calculadora. - Calcula correctamente e informa el valor del $\text{sen}(\hat{\beta})$
Si responde: b) $\frac{25}{7}$	- No reconoce razones trigonométricas y calcula e informa el valor de la <i>cosec</i> ($\hat{\beta}$) en vez del $\text{sen}(\hat{\beta})$ pedido; o bien, no interpreta el enunciado y toma como $\hat{\beta}$ otro de los ángulos interiores del triángulo.
Si responde: c) $\frac{24}{25}$	- No reconoce razones trigonométricas y calcula e informa el valor del <i>cos</i> ($\hat{\beta}$) en vez del $\text{sen}(\hat{\beta})$ pedido; o bien, no interpreta el enunciado y toma como $\hat{\beta}$ otro de los ángulos interiores del triángulo.
Si responde: d) $\frac{7}{24}$	- No reconoce razones trigonométricas y calcula e informa el valor de la <i>tg</i> ($\hat{\beta}$) en vez del $\text{sen}(\hat{\beta})$ pedido.
Si responde: e) Ninguna de las anteriores	No se puede identificar el error

Fuente: Test diagnóstico 2013

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 (Imagen 10)

Imagen 10: Ejercicio 9 de la Unidad 5 (Polinomios) correspondiente al Eje 3 (Expresiones algebraicas fraccionarias)

Ejercicio N° 9

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

I) $\frac{a^2 - b^2}{(a-b)^2}$ II) $\frac{(b-a)^2}{a^2 + b^2 - 2ab}$ III) $\frac{1+ab}{ab}$

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

Si responde a) Sólo I	- Distribuya, erróneamente, la potencia respecto de la resta en I).
Si responde b) Sólo II	Es el resultado correcto: Opera correctamente con expresiones algebraicas fraccionarias: - Desarrolla correctamente el cuadrado del binomio en II), cancela términos adecuadamente. - Opera correctamente con números reales.
Si responde c) Sólo III	- En III) simplifica incorrectamente ab y asocia a una expresión equivalente de la forma $\frac{1+0}{1}$.
Si responde d) Sólo II y III	- Desarrolla correctamente el cuadrado del binomio en II), pero simplifica incorrectamente ab y asocia a una expresión equivalente de la forma $\frac{1+0}{1}$ en III).
Si responde e) Ninguna	- No es posible identificar el error.

Fuente: Test diagnóstico 2013

Cabe destacar, que la cantidad de ejercicios correctamente resueltos (aciertos) en el test así como la correcta resolución del ejercicio de Trigonometría (unidad 4) es independiente del tipo de escuela de procedencia (técnica o no). Tradicionalmente, las escuelas técnicas tenían un mejor desempeño en matemática en el ingreso que el resto de las escuelas, esto se refuta en el presente estudio.

Asimismo, al relacionar las variables Relación con respecto al trabajo y Cantidad de aciertos en el Test, así como la resolución correcta del ejercicio de Trigonometría (Unidad 4) ambas son independientes. En este sentido es posible afirmar que el desempeño de los alumnos es independiente de si trabajan o no. Las variables Recibió apoyo en el ingreso y Cantidad de aciertos en las distintas unidades son también

independientes. Son también independientes las variables Año de egreso del secundario y Cantidad de aciertos, salvo en el caso de la Unidad 5 (Polinomios).

Comparar la cantidad de aciertos en las distintas unidades permitió corroborar que 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. Al considerar dentro de este análisis a los alumnos que se encontraban cursando el Curso de ingreso al momento del TD2013 se observó que estos tenían aciertos en todas las unidades.

Por otra parte, 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. 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 es posible considerar que no existen diferencias significativas ($\alpha= 0,05$) entre los resultados obtenidos en la FIUNLZ y a nivel nacional⁷⁵.

- *Identificación de los errores cometidos por los alumnos ingresantes, clasificándolos según criterios*

Para la clasificación de los errores se utilizó la clasificación propuesta por Radatz (1980). Al relacionar las unidades temáticas con los tipos de errores se observó que en la Unidad 1 los errores más frecuentes son Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos y Dificultades del lenguaje; en la Unidad 2 prevalecen los errores relacionados con Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos; Dificultades del lenguaje; Dificultades del lenguaje/Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento; en la Unidad 3 los errores más frecuentes son Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos; Dificultades para obtener información espacial/ Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento; Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento; Aplicación de reglas o estrategias irrelevantes; en la Unidad 4 los errores son con respecto a Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento y en la Unidad 5 se observa que los errores más frecuentes son con respecto a Aprendizaje deficiente de

⁷⁵Es de destacar que los resultados a nivel nacional son globales, sin tener en cuenta las características y diferencias propias de cada zona del país.

hechos, destrezas y conceptos previos/ Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento y Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento. Es posible visualizar, que los errores se distribuyen de distinta manera de acuerdo a la Unidad temática que se considere.

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).

-Determinación de la frecuencia de los errores en aquellos problemas que no presentan gráficos en comparación con aquellos que si los tienen

Al asociar la variable Tipo de problema⁷⁶ con la variable Frecuencia del error utilizando la Prueba de chi (χ^2) cuadrado de independencia⁷⁷, resultó que ambas variables son independientes. Por lo tanto, no fue posible corroborar que los errores sean más frecuentes en aquellos problemas que no presentan gráficos.

Análogamente, al asociar las variables Tipo de problema y Resultado más frecuente del problema, también se obtuvo que ambas variables son independientes, salvo en el caso de que los problemas que se utilicen en los exámenes sean del tipo Problemas en los que se aplican propiedades (p-valor 0,016).

Al aplicar un análisis factorial multivariado se establecieron dos tipologías de problemas. En el Tipo I se agrupan los problemas en los que se aplican fórmulas, tienen enunciado textual, tienen gráfico, aplican definiciones, realizan operaciones numéricas. En el Tipo II aquellos problemas que tienen expresiones algebraicas en su enunciado y que aplican propiedades.

⁷⁶Esta clasificación fue generada ad hoc para la investigación. Se utilizaron 5 tipologías: **Problemas en los que se aplican definiciones; Problemas en los que se aplican propiedades; Problemas en los que realiza operaciones numéricas; Problemas que tienen gráficos; Problemas que tienen expresiones algebraicas; Problemas que aplican fórmulas; Problemas que tienen enunciado textual.**

⁷⁷Se utilizó un nivel de significación del 5% para todas las pruebas estadísticas aplicadas.

-Relación entre el tipo de problema propuesto y el tipo de error cometido por los alumnos

Con respecto a los errores que los alumnos cometen al que realizar el TD 2013 se observan tres tipologías Tipo I (Aplicación de reglas o estrategias irrelevantes), Tipo II (Dificultades del lenguaje) y Tipo III (Aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos, Asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento, Dificultades para obtener información espacial)

Por último, al relacionar la ocurrencia del error con los tipos de problemas propuestos se observan dos tipologías.

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

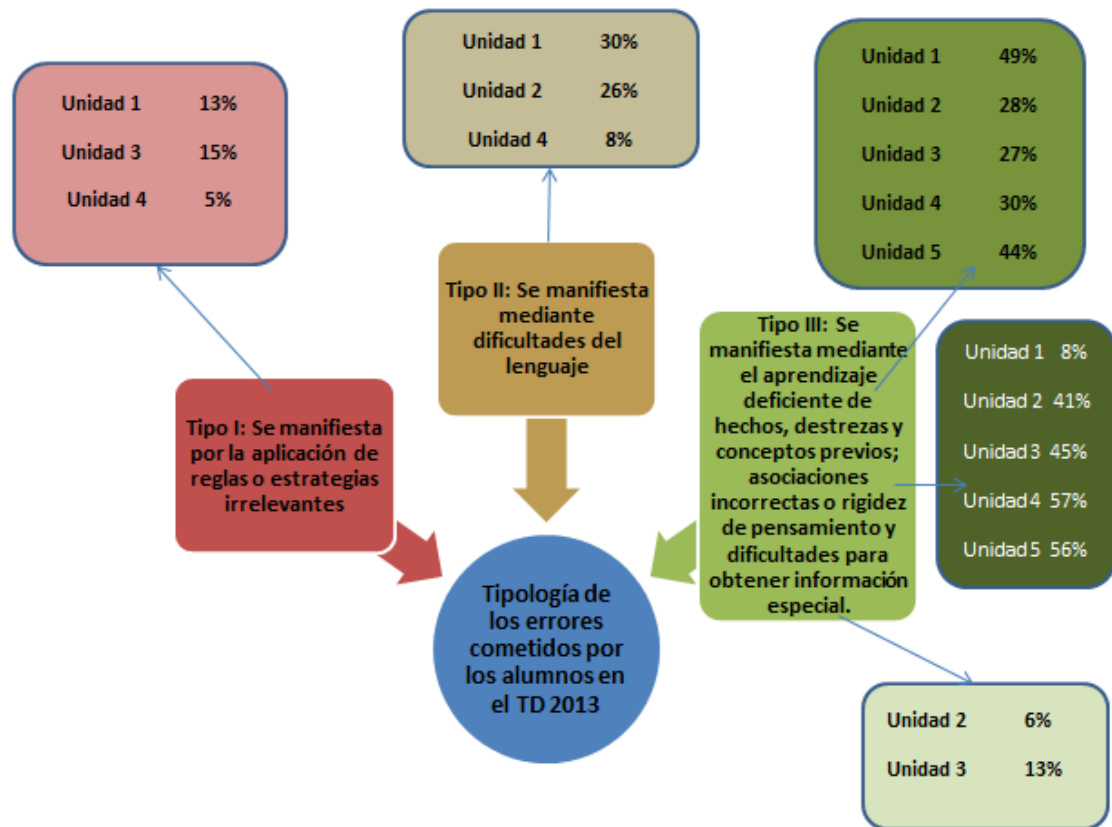
El Análisis Factorial realizado para determinar estas tipologías, permite corroborar una de las hipótesis de trabajo ya que la ocurrencia de los errores que cometen los alumnos en el Test Diagnóstico está relacionada con el tipo de problema que se le presenta para resolver.

Como la ocurrencia del error baja se relaciona con los problemas que no tienen enunciado textual (solamente), tienen gráficos, en los que no es necesario aplicar fórmulas, se aplican definiciones, se aplican propiedades y no realizan operaciones numéricas complejas. A su vez, la ocurrencia alta o media se vincula con los problemas que tienen enunciado textual (solamente), no aplican definiciones, no aplican propiedades, no tienen expresiones algebraicas, realizan operaciones numéricas, aplican fórmulas.

- Posible modelo teórico que caracteriza el tipo de errores a fin de implementar estrategias de enseñanza

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

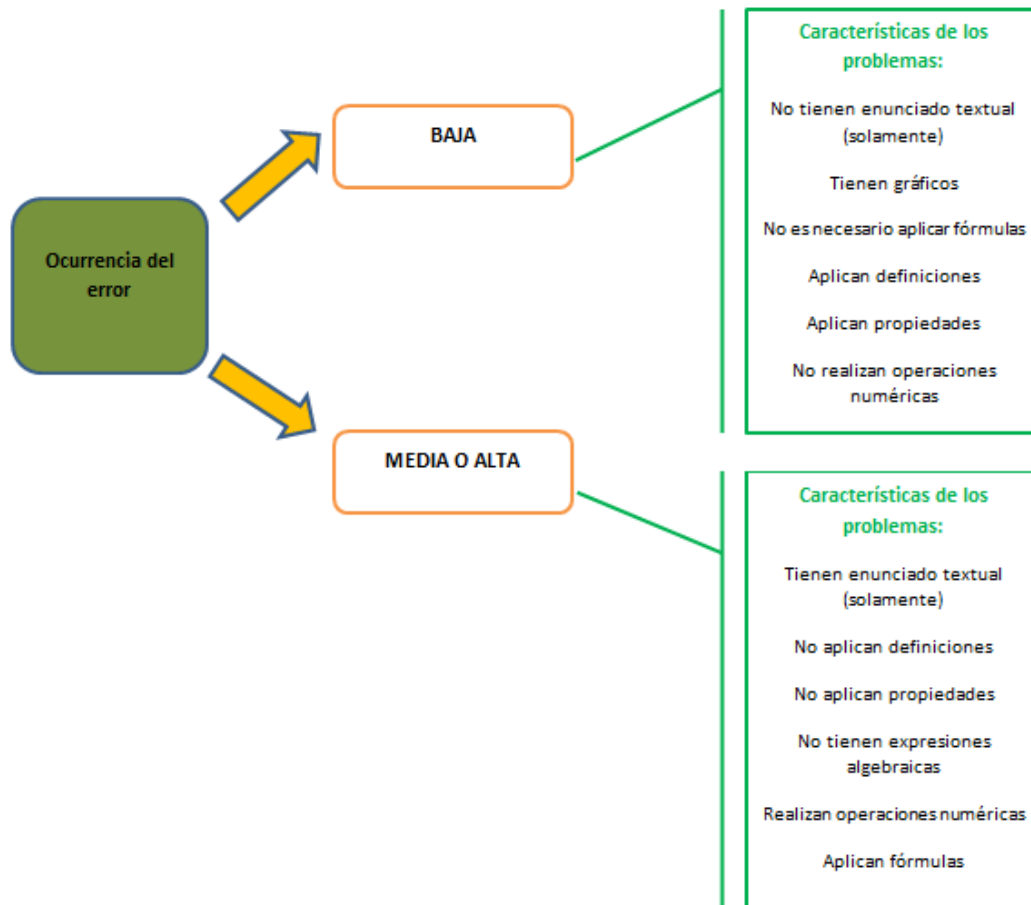
Gráfico 70: Relación entre tipología de errores e incidencia por unidad



Fuente: Elaboración propia

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

Gráfico 71: Relación entre ocurrencia de errores y tipo de problema



Fuente: Elaboración propia

Es posible observar 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.

LINEAS DE TRABAJO FUTURAS

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 ha implementado el TD 2014, con resultados similares al TD 2013. Asimismo, se están desarrollando los problemas para el TD 2015 teniendo en cuenta la importancia de la valoración del error en el diseño de los mismos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRATE, R.; POCHULU, M. y VARGAS, J.(2006) *Errores y dificultades en Matemática. Análisis de causas y sugerencias de trabajo* 1ª ed. Buenos Aires: Universidad Nacional de Villa María

AHUMADA ACEVEDO, P. (2005), *Hacia una evaluación auténtica del aprendizaje*, Paidós Educador, México.

ASIALA, M. et al (1996) A framework for research and curriculum development in undergraduate mathematics education. *CBMS Issues in Mathematics education: research in Collegiate mathematics Education* 2 (6), pp.1 -32

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

BROSSEAU, G.(1997) *Theory of didactical situations in Mathematics*. Didactique des mathematiques, 1997 – 1990. EEUU: Kluwer Academic Publishers.

BROUSSEAU, G., DAVIS, R. y WERNER, T. (1986). *Observing Students at Work*. En Christiansen, B.; Howson, A.G. &Otte, M. (eds.) *Perspectives on Mathematics Education*. Mathematics Education Library. Vol 2. pp. 205-241

BURGER, e. & STARBIRD, M. (2013). *Los 5 elementos del pensamiento efectivo*. Paidós.

CANO GARCIA, M.E. (2008). La Evaluación por competencias en la Educación Superior. *Revista de Currículo y Formación del Profesorado*. Vol. 2 (3) pp 1-18. Granada: Universidad de Granada.

CEA D' ANCONA M. A. (1998): *Metodología Cuantitativa, Estrategias y Técnicas de Investigación Social*. Madrid: Editorial Síntesis

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 [Consultado 04/02/2014]

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]

CORDERO OSORIO, F.(2001). La distinción entre construcciones del Cálculo. Una epistemología a través de la actividad humana. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*. Vol.4, Núm.2. pp.103-128

CURY, H.N. (1994). *As concepções de matemática dos professores e suas formas de considerar os erros dos alunos*. Tesisdoctoral en Educación. Faculdade de Educação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul

CHAHAR, B., y otros (2003): “Comentario sobre el trabajo: Modelos de procesos de errores de Algebra en el Nivel Medio de M. Matz” (Instituto de Tecnología de Massachusetts). En: <http://www.unt.edu.ar/fbioq/cmat>. [Consultado el 17/02/2014]

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.

DE MIGUEL DIAZ, M. (dir) (2005). *Modalidades de Enseñanza centradas en el desarrollo de competencias*. Orientaciones para promover el cambio metodológico en el Espacio Europeo de Educación Superior. Ministerio de Educación y Ciencias. Universidad de Oviedo.

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.

DUVAL, R. (1993). *Registres de représentations sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée*. Annales de Didactique et de Sciences Cognitives 5. pp 37–65.

DUVAL, R. (2006). *Un tema crucial en la educación matemática: La habilidad para cambiar el registro de representación*. La gaceta de la RSME, Vol. 9.1 pp. 143–168

ENGLER, A.; GREGORINI, M.I.; MULLER, D.; VANCKEN, S. & HECKLEIN, M. (2004). *Los errores en el aprendizaje de la matemática*. Revista Premisa. Sociedad Argentina de Educación Matemática. Año 6, N° 23

FERNANDEZ BLANCO, T.; GODINO, J. & CAJARAVILLE, J. (2012). *Razonamiento geométrico y visualización espacial desde el punto de vista ontosemiótico*. Boletín de Educación Matemática. Bolema vol.26 no.42A Rio Claro

FERNANDEZ MARCH, A. (2005). *Nuevas metodologías docentes*. En: http://www.usal.es/~ofeees/NUEVAS_METODOLOGIAS/nuevas_metodologias_docentes.doc [Consultado el 12/07/2014]

FRIDMAN, L.(1985) *Metodología para resolver problemas de matemáticas*. Méjico: Grupo Editorial Iberoamérica.

GARCIA, R. (2006). *Inferencia estadística y diseño de experimentos*. Editorial Eudeba.

GODINO, J.(2003) *Teoría de las funciones semióticas. Un enfoque ontológico-semiótico de la cognición e instrucción matemática*. Universidad de Granada, España. En: <http://www.ugr.es/~jgodino/funciones-semioticas/monografiatfs.pdf> [Consultado 14/02/2014]

HALMOS, P. (1980). *The heart of Mathematics*. American Mathematical Monthly, 87. pp. 519-524

HERNANDEZ SAMPIERI, R; FERNÁNDEZ COLLADO, C & BAPTISTA LUCIO, P.(2010). *Metodología de la investigación*. Editorial Mc Graw Hill

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)

KIERAN, K. (2007). *Learning and teaching algebra at the middle school through college levels. Building meaning for symbols and their manipulation*. In: LESTER , F. (Ed.) *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, Charlotte, N.C: Information Age Publishing, Inc. y NCTM. p. 707 - 762. vol. 2.

LAKATOS, I. (1978). *Pruebas y refutaciones. La lógica del descubrimiento matemático*. Madrid: Alianza Universidad.

LE BOTERF, G. (2001). *Ingeniería de las competencias*. Barcelona: Gestión.

LUPIAÑEZ, J. L. y RICO, L. (2008) *Análisis didáctico y formación inicial de profesores: Competencias y capacidades en el aprendizaje de los escolares*. Universidad de Granada. En :[http://www.pna.es/Numeros2/pdf/Lupianez2008PNA3\(1\)Analisis.pdf](http://www.pna.es/Numeros2/pdf/Lupianez2008PNA3(1)Analisis.pdf) [consultado: 17/02/2014]

LUPIAÑEZ, J. L.; RICO, L.; GOMEZ, P & MARIN,A.(2005)*Análisis Cognitivo en la Formación Inicial de Profesores de Matemáticas de Secundaria*. Universidad de Granada, España. En: <http://funes.uniandes.edu.co/595/1/LupianezJ05-2757.PDF>[consultado: 20/02/2014]

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: 20/02/2014]

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](http://www.rieoei.org/1285.htm)[consultado: 20/02/2014]

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

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

MORIN, E.(2011). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*.(Elaborado para la UNESCO como contribución a la reflexión internacional sobre cómo educar para un futuro sostenible). Nueva Visión, Buenos Aires, Argentina.

MORIN, E. (2009). *El método 5. La humanidad de la humanidad. La identidad humana*. Ediciones Cátedra. España

MORIN, E. (1986). *El método I; la naturaleza de la naturaleza*. Madrid, Cátedra (orig. fr. 1977; EditionsduSeuil).

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)(2008a).*Informe PISA 2006. Competencias científicas para el mundo del mañana*, Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos, París, Santillana.pp.38

PAENZA, A. (2006): *Matemática ... ¿estás ahí?* Siglo XXI Editores. Universidad Nacional de Quilmes. Argentina, pp. 184-189

PERRENOUD, P. (2002). *Construir competencias desde la escuela*. Santiago de Chile: Dolmen Ediciones.

PERRENOUD, P. (2004b). *Diez nuevas competencias para enseñar*. Barcelona: Graó.

Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. En: http://www.agencia2012.mincyt.gob.ar/convocatorias/documentosconvocatorias/plan_es_trategico_bicentenario_vp_10jul.pdf [Consultado: 28/02/2014]

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 [consultado: 11/09/2013]

POLYA, G. (1975). *Como plantear y resolver problemas*. México: Editorial Trillas. [Traducción al castellano hecha por J. Zugazagoitia del original de 1945 *Howtosolveit?* Editado en Princeton,N.J. por PrincentonUniversityPress]

POPPER, K. (1979) *El desarrollo del pensamiento científico*. México: Siglo XXI

PRESMEG, N. C. (1986)*Visualisation in high school mathematics*. For the Learning of Mathematics, Montreal , v. 6, n. 3, p. 42 - 46.

PRIETO, L. (Coord.) (2008). *La enseñanza universitaria centrada en el aprendizaje*. Barcelona: Octaedro/ICE UB.

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 [Consultado: 23/02/2014]

PUIGGRÓS, A. (2004). *La Fábrica del conocimiento*. Rosario: Editorial HomoSapiens.

RADILLO ENRIQUEZ, M. & HUERTA VARELA, S. (2007). *Obstáculos en el aprendizaje de la Geometría euclídeana, 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

RIAL SANCHEZ, A. (2007).*Diseño curricular por competencias: el reto de la evaluación*. En: Jornadas de evaluación de los aprendizajes a partir de competencias. <http://hdl.handle.net/10256/819> [Consultado: 22/07/2013]

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: 22/07/2014]
- SAMAJA, J. (2010). *Epistemología y Metodología. Elementos para una teoría de la investigación científica*. Editorial Eudeba. Buenos Aires.
- SIERRA BRAVO, R. (2001): *Técnicas de investigación social. Teorías y ejercicios*. Madrid: Paraninfo
- 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[consultado: 14/02/2014]
- SPENCER, L.M. y SPENCER, S.M. (1993). *Competence at Work*. New Cork: John Wiley and Sons
- TOBÓN, S. (2006). *Formación basada en competencias. Pensamiento complejo, diseño curricular y didáctica*. 2 ed. Bogotá: ECOE Ediciones.
- VARELA, L ; GUASCO, M. J. ; GEROMPINI, a. & MARTELLO S. (1996) *Matemática. Metodología de la enseñanza. Parte I*. ProCiencia. CONICET
- VERGNAUD, G. (1990) *Epistemology and Psychology of Mathematics Education*. En P. Neshier and J. Kilpatrick (Eds) *Mathematics and Cognition: A Research Synthesis by the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (pp.14-30). Cambridge: University Press.
- YNOUB, R. (2007) *El Proyecto y la metodología de la investigación*. Buenos Aires, Ed. Cengage Learning. 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.