

**VICERRECTORÍA DE VIDA ESTUDIANTIL Y SERVICIOS ACADÉMICOS  
DEPARTAMENTO DE ORIENTACIÓN Y PSICOLOGÍA  
ESCUELA DE MATEMÁTICA**

**PROGRAMA DE ACOMPAÑAMIENTO PARA ESTUDIANTES DE  
PRIMER INGRESO**

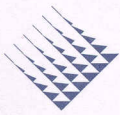
**ANÁLISIS DE VALIDEZ DE LA PRUEBAS DE DIAGNÓSTICO EN  
MATEMÁTICA I y II SEMESTRES 2009**

**ELABORADO POR  
M.Sc. JOSÉ ANTONIO BARQUERO SEGURA  
M. Sc. GREIVIN RAMÍREZ ARCE**

**FEBRERO 2010**



**Creative Commons Atribución/Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Licencia  
Pública Internacional — CC BY-NC-SA 4.0**



**TEC**

Tecnológico de Costa Rica

## ÍNDICE

<b>ÍNDICE</b> .....	1
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	2
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	3
<b>OBJETIVOS</b> .....	3
<i>Objetivo General</i> .....	3
<i>Objetivos Específicos</i> .....	3
<b>ESTRATEGIA METODOLÓGICA</b> .....	4
<i>Elaboración de la prueba</i> .....	4
<i>Aplicación de la prueba</i> .....	5
<i>Población</i> .....	5
<b>ANÁLISIS DE LOS ÍTEMS</b> .....	5
<i>Análisis de la Dificultad, Discriminación y Validez de los Ítems.</i> .....	5
<b>CONFIABILIDAD</b> .....	8
<b>RESULTADOS DESCRIPTIVOS GENERALES</b> .....	8
<b>VALIDEZ DE CRITERIO PREDICTIVA DE LA PRUEBA DE DIAGNÓSTICO EN MATEMÁTICA</b> .....	10
<b>VALIDEZ DE CRITERIO PREDICTIVA DEL MODELO DE SELECCIÓN DE ESTUDIANTES Y LA PRUEBA DE DIAGNÓSTICO EN MATEMÁTICA</b> .....	12
<b>ANÁLISIS DE LA PROBABILIDAD CONDICIONAL SEGÚN LA PRUEBA DE DIAGNÓSTICO Y EL RENDIMIENTO EN LOS CURSOS DE MATEMÁTICA GENERAL, MATEMÁTICA BÁSICA Y FUNDAMENTOS DE MATEMÁTICA I</b> .....	14
<b>CONCLUSIONES</b> .....	19
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	24

## INTRODUCCIÓN

El presente documento es un informe técnico sobre la prueba de Diagnóstico en Matemática aplicada en el primero y segundo semestre del curso lectivo del 2009, a los estudiantes que se matricularon en el curso de Matemática General, Matemática Discreta y Matemática Básica y Fundamentos de Matemática I.

El informe refiere a los resultados de los análisis técnicos que debe cumplir todo instrumento de medición: a) Análisis de los Ítems, que comprende los estudios de dificultad, discriminación y validez de los ítems, b) Análisis de la Confiabilidad, y c) Análisis de la Validez de Criterio Predictiva de la prueba de Diagnóstico de Matemática en relación con el rendimiento académico obtenido en los cursos anteriormente citados. Además incluye como un aspecto adicional la implementación de un análisis paralelo de Validez Predictiva en donde se utilizan como variables independientes los componentes del sistema de selección de estudiantes conjuntamente con la prueba de Diagnóstico y un análisis de Probabilidad Condicional.

La intención asociada al desarrollo de estos estudios corresponde a la identificación de las variables que puedan predecir el rendimiento académico con el fin de implementar programas o acciones que colaboren con el proceso de enseñanza – aprendizaje. Se espera que este instrumento permita conocer las fortalezas y debilidades de las y los estudiantes admitidos. Este conocimiento facilitará el establecer planes o programas de apoyo en el área psicoeducativa como cursos de nivelación, métodos de estudios, tutorías, entre otros. La idea fundamental es prevenir la reprobación, la repetición consecutiva de cursos, la deserción, y por consiguiente, aumentar los índices de graduación.

## JUSTIFICACIÓN

Los resultados obtenidos en los estudios de rendimiento académico correspondientes al curso de Matemática General muestran que los porcentajes de reprobación van de un 31,26% (1er semestre 2003) a un 60,9% (1er semestre 2009), con un promedio de 44,43%, el análisis corresponde a las cohortes que van de 2000 al 2009<sup>1</sup>. Para el curso de Matemática Básica los resultados exponen que los porcentajes de reprobación van de un 27,5% (2do semestre 2001) a un 58,6% (2do semestre 2009), con un promedio de 42,44%, el análisis corresponde a las cohortes que van de 2000 al 2009<sup>2</sup>. Para el curso de Fundamentos de Matemática I los porcentajes de reprobación van de un 46,4% (1er semestre 2005) a un 55,6% (1er semestre 2009) con un promedio de 51,32%<sup>3</sup>; el análisis corresponde a las cohortes que van de 2005 al 2009.

## OBJETIVOS

### Objetivo General

Determinar el alcance de la prueba de Diagnóstico en Matemática como instrumento de predicción del rendimiento académico en los cursos de Matemática General, Matemática Básica y Matemática Discreta.

### Objetivos Específicos

- 1) Determinar los índices de dificultad, de discriminación y de validez de los ítems de la prueba de diagnóstico.
- 2) Determinar los índices de confiabilidad de la prueba de diagnóstico.
- 3) Determinar los resultados generales descriptivos de la prueba.
- 4) Determinar la validez de la prueba de diagnóstico.
- 5) Determinar el alcance del modelo de predicción del rendimiento académico (Área Verbal y Matemática de la prueba de Aptitud Académica, la nota de Cuarto Ciclo, y la

---

<sup>1</sup> En el anexo se detalla toda la información.

<sup>2</sup> Ver anexo.

<sup>3</sup> Ver anexo.

prueba de Diagnóstico en Matemática) para los cursos de Matemática Básica, Matemática Discreta y Matemática General.

## ESTRATEGIA METODOLÓGICA

### Elaboración de la prueba

La prueba de Diagnóstico de Matemática fue elaborada bajo el juicio de expertos, la prueba aplicada en el primer semestre y segundo semestre del 2009 consta de 17 ítems de desarrollo y se diseñó con el propósito de explorar la comprensión que tienen los sujetos de estudio sobre conceptos algebraicos (factorización, ecuaciones, sistemas de ecuaciones) y geométricos a través del modelo taxonómico “SOLO” (Structure of Observed Learning Outcomes) desarrollado por Biggs & Collis (1982).

“SOLO” es un modelo que permite describir procesos involucrados en el aprendizaje, estableciendo categorías por orden de complejidad. El modelo categoriza la actividad mental que realizan los sujetos cuando se enfrentan a una tarea escolar, considerando tanto aspectos cuantitativos como cualitativos. El modelo consta de cuatro categorías o niveles, las cuales se describen a continuación:

*Preestructural:* La tarea no es abordada adecuadamente, ya que los estudiantes poseen información aislada que no tiene organización ni sentido.

*Uniestructural:* Los estudiantes se enfocan en un aspecto relevante, realizan conexiones simples y obvias pero no tienen una comprensión de los conceptos.

*Multiestructural:* Los estudiantes se enfocan en más de un aspecto de la tarea, pero son tratados en forma independiente, no realizan conexiones entre conceptos.

*Relacional:* Los estudiantes integran diversos aspectos como un todo coherente con estructura y significado.

La prueba fue elaborada por el M.Sc Greivin Ramírez, M.Sc. Alexander Borbón, y el Lic. Jeffrey Chavarría profesores de la escuela de Matemática del ITCR.

## **Aplicación de la prueba**

Se aplicó en la primera semana de los periodos lectivos del 2009. El tiempo aproximado para dar respuesta a la prueba es de 90 minutos.

## **Población**

La prueba fue contestada por 1316 estudiantes que se matricularon en los cursos de Matemática General, Matemática Básica o Fundamentos de Matemática I durante el 2009 y que estuvieron presentes el día de la aplicación. De estos 1316 estudiantes, 1010 estudiantes aplicaron la prueba en el primer semestre y 306 estudiantes (de un total de 428) en el segundo semestre.

Es importante indicar que para cada uno de los estudios el número de casos difiere dado las condiciones que deben cumplir los participantes en cuanto a la información relacionada con las variables involucradas en el estudio.

## **ANÁLISIS DE LOS ÍTEMS**

### **Análisis de la Dificultad, Discriminación y Validez de los Ítems.**

Dado las características de la prueba de Matemática se realiza un análisis de la dificultad utilizando el siguiente procedimiento: a) se obtiene el valor promedio de la puntuación obtenida en el ítem, y b) luego se obtiene un índice producto del valor promedio de cada ítem dividido entre el valor máximo posible de la pregunta. Con respecto a la discriminación el valor del índice que se obtiene por medio de la correlación ítem con el puntaje final o la calificación obtenida en la prueba.

El análisis conjunto de la Dificultad y de la Discriminación realizado en el primer y segundo semestre del 2009 indica para el primer semestre del 2009 que los ítems 1b, 1c, 1d, 2, 3, 4a, 4b, 5, 6, 7b, 7d, y 8b son considerados difíciles o normales, y presentan una buena discriminación por lo que son considerados como aceptados. El ítem 7a es considerado muy fácil, aunque discrimina. Los ítems 1a, 1e y 7c son considerados difíciles y no discriminan, por lo que se considera que deben ser rechazados. El ítem 8a se recomienda sustituirlo, pues

es considerado muy difícil y presenta baja discriminación. Para el segundo semestre del año 2009 la mayoría de los reactivos presenta valores entre los parámetros aceptables; sobresalen los ítems 5, 4b, 2, 4a, y 3. El ítem 5 es el que presenta la mejor discriminación, y el 4a el mayor coeficiente de validez. El 4b presenta un valor de dificultad que lo clasifica como difícil (0.18), con una discriminación de 0.60, y un coeficiente de validez predictiva de 0.30, significativa al 0.00, por el contrario, el ítem 7a presenta una dificultad que lo enmarca como muy fácil (0.91), y tiende a discriminar muy poco. Los ítems 7c, 1e, y 8a, tienden a ser muy difíciles, no discriminan y los valores asociados al coeficiente de validez predictiva son cercanos a 0.00.

En términos generales para el primer semestre del 2009 se determina que la prueba presenta un valor de dificultad de 0.33, indicando que la prueba es difícil. Con respecto a la Discriminación el valor promedio es de 0,42. En la aplicación del segundo semestre del 2009 el valor de dificultad de la prueba es de 0.38, indicando que tiende a ser difícil, dando un valor promedio es de 0.40 con respecto a la discriminación.

Según el valor promedio de la Discriminación, indica que en ambos semestres el instrumento discrimina.

Los resultados asociados a la validez de los ítems de la prueba de Matemática aplicada en el primer semestre del 2009 indican coeficientes de relación que van de -0.04 a 0,32; el rango es de 0,36 centésimas. Los ítems 2 (0,30) y el 5 (0,32) son los que ostentan los coeficientes de mayor magnitud. En el segundo semestre los resultados asociados a la validez indican coeficientes de relación que van de -0.01 a 0.42; el rango es de 0.43 centésimas; Los ítems 4a (0.42) y el 3 (0.35) son los que ostentan los coeficientes de mayor magnitud.

Las relaciones entre los ítems y la nota obtenida en el curso en el primer semestre del 2009 presentan valores de significancia que van de 0.00 a 0,14, mientras que en el segundo semestre los valores de significancia van de 0.00 a 0.44.

En ambos semestres los ítems son significativos al 0,00 excepto los ítems 1e, 7c (I y II semestre 2009), 6 (I semestre 2009) y 8 (II semestre 2009).

Al tomar en cuenta las tres condiciones se establece que para el primer semestre del 2009 no todos los ítems cumplen con los valores mínimos aceptados, se destacan los ítems 2 (simplificación algebraica), 4a (ecuación cuadrática) y 5 (despejar de variables) por las cualidades mostradas en los tres parámetros de evaluación del ítem.

Las cualidades mostradas en los tres parámetros de evaluación del ítem en el primer y segundo semestre nos permiten presentar en forma de síntesis la información:

**Cuadro 1**  
**Índices de dificultad, discriminación y Validez de los Ítems de la prueba de Diagnóstico en Matemática.**

	Índice de dificultad		Índice de discriminación		Condición		Validez del ítem			
	I S	II S	I S	II S	I S	II S	R		Sig	
							I S	II S	I S	II S
1a	0,23	0,40	0,24	0,38	Rechazado	Aceptado	0,09	0,27	0,00	0,00
1b	0,29	0,34	0,43	0,46	Aceptado	Aceptado	0,18	0,22	0,00	0,00
1c	0,33	0,43	0,33	0,38	Aceptado	Aceptado	0,09	0,20	0,00	0,00
1d	0,21	0,21	0,33	0,34	Aceptado	Aceptado	0,13	0,19	0,00	0,00
1e	0,16	0,10	0,19	0,14	Rechazado	Rechazado	0,04	0,01	0,12	0,44
2	0,25	0,37	0,72	0,59	Aceptado	Aceptado	0,30	0,33	0,00	0,00
3	0,51	0,67	0,68	0,58	Aceptado	Aceptado	0,27	0,35	0,00	0,00
4a	0,41	0,44	0,65	0,59	Aceptado	Aceptado	0,27	0,42	0,00	0,00
4b	0,16	0,18	0,62	0,60	Aceptado	Aceptado	0,28	0,30	0,00	0,00
5	0,30	0,40	0,63	0,61	Aceptado	Aceptado	0,32	0,29	0,00	0,00
6	0,63	0,62	0,35	0,39	Aceptado	Aceptado	0,03	0,22	0,14	0,00
7a	0,86	0,91	0,34	0,33	Aceptado	Rechazado	0,21	0,28	0,00	0,00
7b	0,40	0,49	0,38	0,33	Aceptado	Aceptado	0,09	0,27	0,00	0,00
7c	0,17	0,18	0,12	0,20	Rechazado	Aceptado	-0,04	0,04	0,11	0,26
7d	0,32	0,32	0,43	0,39	Aceptado	Aceptado	0,18	0,21	0,00	0,00
8a	0,08	0,07	0,25	0,11	Rechazado	Rechazado	0,09	-0,01	0,00	0,44



8b					Aceptado	Aceptado				
	0,26	0,29	0,47	0,37			0,23	0,11	0,00	0,03

### CONFIABILIDAD

Utilizando la técnica Alfa de Cronbach se obtiene un resultado de 0.728 en el primer semestre del 2009, y un valor de 0.68 para el segundo semestre, valores que indican que se debe mejorar la fiabilidad de la prueba.

Para el primer semestre los coeficientes de correlación entre cada uno de los ítems y el puntaje final presentan valores que van de 0,12 (ítem 7c) a 0,72 (ítem 2).

Tanto para la prueba aplicada en el primer semestre como en la aplicada para el segundo semestre si se eliminan ítems el valor de confiabilidad de la prueba aumenta. En el primer semestre si se eliminan los ítems 6 y 7c el coeficiente de confiabilidad asciende a 0,76. y en la prueba del segundo semestre si se eliminan el ítem 6, el alfa aumenta a 0.70 (sin embargo, no es conveniente dado que el ítem presenta valores aceptables de dificultad, discriminación, y validez).

### RESULTADOS DESCRIPTIVOS GENERALES

A continuación se presenta el número de estudiantes que aplicaron el examen por sede, carrera, curso.

**Cuadro 2**

**Número y Frecuencia de Estudiantes por Sede que efectuaron el Examen de Diagnóstico**

Sede	Frecuencia		Porcentaje	
	I S	II S	IS	II S
1: Cartago	817	298	80.9	98.67
2: San José	109	2	10.8	0.66
3: San Carlos	83	0	8.2	0
4: Alajuela	1	2	0,1	0.66
Total	1010	302 (*)	100,0	100,0

(\*) Es preciso aclarar que hay cuatro estudiantes que no están matriculados/as y que si realizaron el examen, por tanto, el total de personas que realizaron el examen son 306, como se indicó anteriormente.

En el primer semestre del 2009 el promedio general en el examen de diagnóstico es de 34,44 con una desviación estándar de 18,16 y para el segundo semestre del 2009 fue de 39,65 con una desviación estándar de 17,48.

A continuación se presenta un cuadro resumen según el curso.

**Cuadro 3**  
**Resumen de los resultados de los estudiantes por curso**

Curso	N		Promedio		Derivación estándar		Intervalos de 95% confianza para la media			
							Extremo Inferior		Extremo Superior	
	IS	II S	IS	II S	IS	II S	IS	II S		
Fundamentos de Matemática I	21		40.48		23.52					
Matemática General	741	223	35.97	39.65	17.77	17.48				
Matemática Básica	245		29.14		17.70					

En el siguiente cuadro se presentan los promedios de las calificaciones de los estudiantes según carrera cursada.

**Cuadro 4**  
**Resumen de los resultados de los estudiantes por Carrera.**

Carrera	Código	N		Promedio		Desviación Estándar	
		IS	II S	IS	II S	IS	II S
Ingeniería en Biotecnología	IB	23	12	44,11	52,01	18,78	15,77
Enseñanza de la Matemática asistida	EM	19		37,94		23,22	
Ingeniería en Computación	CA-C	1	2	17,50	55,83		31,82
Ingeniería en Electrónica	E	113	36	36,26		17,98	
Diseño Industrial	DI	85	45	35,86	36,3	14,73	15,44
Ingeniería Ambiental	AMB	33	17	41,67	41,03	18,06	15,2
Producción Industrial	PI	97	35	41,54	37,36	17,33	13,05
Seguridad Laboral	SHO	37	17	29,30	37,25	15,59	15,48
Mantenimiento Industrial	IM	52	20	37,59	46,58	16,74	15,66
Ingeniería de los Materiales	ME	43	17	34,59	34,8	17,42	14,84
Ingeniería en Construcción	CO	61	25	41,70	46,23	17,40	21,42
Administración en Tecnologías de la Información	ATI						
Ingeniería Agrícola	IA	11	10	32,56	33	14,46	20,66
Arquitectura y Urbanismo	AU	47	2	43,56	26,25	17,15	37,12
Administración Agropecuaria	AA	25	17	29,05	34,17	18,14	16,79
Administración de Empresas Forestal	AE-C	139	2	34,34	44,16	18,08	34,17
	FO	45	32	24,48	33,1	15,55	17,74
Ingeniería en Computadores	CA-SC	21	11	41,63	53,41	19,60	21,46
Ing en Agronomía	AG	40	1	19,96	25,83	12,59	
Administración de Empresas	AE-SC	42		23,82		15,54	
Administración de Empresas	AE-SJ	60		21,03		14,04	



Sin identificación de Carrera	15	30,10	15,62
Ing Mecatrónica	1	53,33	
Total			

Se muestra que en el primer semestre las tres carreras que obtuvieron mejores promedios fueron Biotecnología, Arquitectura y Urbanismo, e Ingeniería en Construcción. Entre tanto, los estudiantes de la sede de San Carlos en las carreras Agronomía y Administración de Empresas, además de los/as estudiantes de la carrera de Administración sede San José son los que obtuvieron los promedios más bajos.

En el segundo semestre se muestra que las tres carreras que obtienen los mejores promedios son: Ingeniería en Computación, Ingeniería en Computadores, e Ingeniería en Biotecnología. Entre tanto, los estudiantes de la carrera de Ingeniería Forestal, Ingeniería Agrícola, y Arquitectura y Urbanismo son los que obtuvieron los promedios más bajos.

### **VALIDEZ DE CRITERIO PREDICTIVA DE LA PRUEBA DE DIAGNÓSTICO EN MATEMÁTICA**

La validez de criterio predictiva se obtiene correlacionando las puntuaciones en la prueba de Diagnóstico con el rendimiento académico obtenido en los cursos de Matemática General, Matemática Básica, y Fundamentos de Matemática (N=1255).

En el primer semestre el coeficiente de regresión simple obtenido entre la puntuación en la prueba de diagnóstico y la nota obtenida en los cursos de matemática (General, Básica y Fundamentos) presenta una magnitud de 0,472; con una varianza explicada de un 18,2%. La ecuación de regresión ( $y' = a + b(x)$ ) donde  $a = 33,523$ ; y  $b = 0,603$  indica que el puntaje predictor en la prueba de Matemática para un rendimiento académico de 70 puntos en el curso corresponde a una puntuación de 60,5 en la prueba.

En el segundo semestre el coeficiente de regresión simple obtenido entre la puntuación en la prueba de diagnóstico y la nota obtenida en el curso de Matemática General presenta una magnitud de 0,54 con una varianza explicada de un 29,2%. La ecuación de regresión ( $y' = a + b(x)$ ) donde  $a = 26,585$ ; y  $b = 0,705$  indica que el puntaje predictor en la prueba de

Matemática para un rendimiento académico de 70 puntos en el curso corresponde a una puntuación de 61,6. Sin embargo, sólo el 16.19 % (45 estudiantes) superan esta puntuación en la prueba.

A continuación se presenta el cuadro 5 con el desglose de la información para cada uno de los cursos.

**Cuadro 5**

**Coefficiente de Regresión, Varianza explicada, Ecuación de Regresión y el Puntaje Predictor entre la Prueba de Diagnóstico en Matemática y la Nota obtenida en los cursos de Matemática General, Matemática Básica y Matemática Discreta.**

Curso	N		R		R al Cuadrado		Ajuste del R al Cuadrado		Ecuación de Regresión		Puntaje Predictor	
	IS	II S	IS	II S	IS	II S	IS	II S	IS	II S	IS	II S
Matemática General	723	278	0,53	0,54	0,278	0,292	0,277		$y' = 24,462 + 0,743X$	$y' = 26,585 + 0,705X$	61,3	61,6
Matemática Básica	242		0,344		0,118		0,114		$y' = 50,161 + 0,427$		46,5	
Fundamentos de Matemática	12		0,577		0,333		0,26,77		$y' = 9,967 + 0,753$		79,8	

Con respecto al curso de Matemática General y Fundamentos de Matemática I la magnitud del coeficiente de regresión aumenta en 0,058 y en 0,105 milésimas y la varianza explicada corresponde a 27,8% para Matemática General y de un 33,3% para Fundamentos de Matemática; indicando que la prueba exhibe una mejor predicción en correspondencia con el curso de Matemática Básica para Administración cuyo coeficiente disminuye en 0,128 milésimas y la varianza explicativa es aproximadamente de un 12%. Es importante indicar, que si bien existe una correspondencia moderada entre las puntuaciones obtenidas en la prueba y la nota obtenida en el curso de Fundamentos de Matemática, el puntaje predictor



es de 79,8, valor muy superior al puntaje predictor general de la prueba (60,5), al del curso de Matemática General (61,3) y el de Matemática Básica (46,5).

Es importante indicar, que la magnitud del coeficiente de regresión y la varianza explicada obtenida en el segundo semestre del 2008 disminuye levemente con respecto al valor obtenido en el primer semestre del mismo año, cuya magnitud fue de 0,492, con una varianza explicada de 0,242, un puntaje predictor de 75,17, y una población de 602 estudiantes.

### **VALIDEZ DE CRITERIO PREDICTIVA DEL MODELO DE SELECCIÓN DE ESTUDIANTES Y LA PRUEBA DE DIAGNÓSTICO EN MATEMÁTICA**

Un aspecto secundario asociado a este estudio es determinar el alcance de un modelo que toma en cuenta varios componentes con la finalidad de predecir el rendimiento académico en los cursos básicos.

Para la validez de la predicción del modelo se utiliza el método de Regresión Múltiple, las variables independientes son: a) área verbal de la prueba de aptitud académica, b) área matemática de la prueba de aptitud académica, c) el historial académico o notas de cuarto ciclo, y d) la prueba de diagnóstico. La variable dependiente (criterio de comparación) corresponde a la nota final en los cursos de Matemática General, Básica, y Fundamentos. El número total de participantes es de 790 estudiantes que tienen valores en las cuatro variables de análisis.

Los coeficientes de correlación simple obtenidos entre los componentes del modelo y el rendimiento académico en los cursos en que se aplicó la prueba de diagnóstico en el primer semestre (Matemática General, Básica, y Fundamentos) indican correlaciones significativas de 0,456 y de 0,349 con el puntaje en la prueba de Diagnóstico, y con el área de Matemática de la prueba de aptitud académica respectivamente. La correlación con Verbal es de 0,043 y con Cuarto Ciclo es de 0,062. Es importante indicar, que la correlación entre la prueba de diagnóstico y el área de Matemática de la prueba de aptitud académica es

de 0,565 revelando cierto grado de redundancia entre ambas pruebas.

El coeficiente de regresión múltiple obtenido entre la puntuación en la prueba de diagnóstico del I semestre, el puntaje en el área verbal y en el área de matemática de la prueba de aptitud académica, las notas de cuarto ciclo y la nota en el curso de matemática para toda la población presenta una magnitud de 0,496; con una varianza explicada de un 24,6%. Es importante indicar, que es poco el aporte que brinda el modelo (0,04), dado que la magnitud del coeficiente de regresión simple (calificación en la prueba de diagnóstico y nota obtenida en la materia cursada) es de 0,456.

Por otra parte en el segundo semestre del 2008 los coeficientes de correlación simple obtenidos entre los componentes del modelo y el rendimiento académico en el curso de Matemática General en que se aplicó la prueba diagnóstico indican correlaciones significativas de 0,539 y de 0,275 con el puntaje en la prueba de Diagnóstico, y con el área de Matemática de la prueba de aptitud académica respectivamente. La correlación con Verbal es de 0,036 y con Cuarto Ciclo es de 0,090. Es importante indicar, que la correlación entre la prueba de diagnóstico y el área de Matemática de la prueba de aptitud académica es de 0,459 revelando cierto grado de redundancia entre ambas pruebas.

El coeficiente de regresión múltiple obtenido entre la puntuación en la prueba de diagnóstico aplicada en el segundo semestre, el puntaje en el área verbal y en el área de matemática de la prueba de aptitud académica, las notas de cuarto ciclo y la nota en el curso de matemática general presenta una magnitud de 0,559; con una varianza explicada de un 31,6%. Es importante indicar, que es poco el aporte que brinda el modelo (0,02), dado que la magnitud del coeficiente de regresión simple (calificación en la prueba de diagnóstico y nota obtenida en la materia cursada) es de 0,539.

A continuación se presentan los coeficientes de correlación simple en cada semestre para cada uno de los cursos.

#### Cuadro 6

**Coefficiente de Correlación entre las Puntuaciones de la Prueba de Diagnóstico en Matemática, el Área Verbal y el Área Matemática de la Prueba de Aptitud Académica, las Notas de Cuarto Ciclo y la Nota obtenida en los cursos de Matemática General, Básica y Fundamentos de Matemática I.**

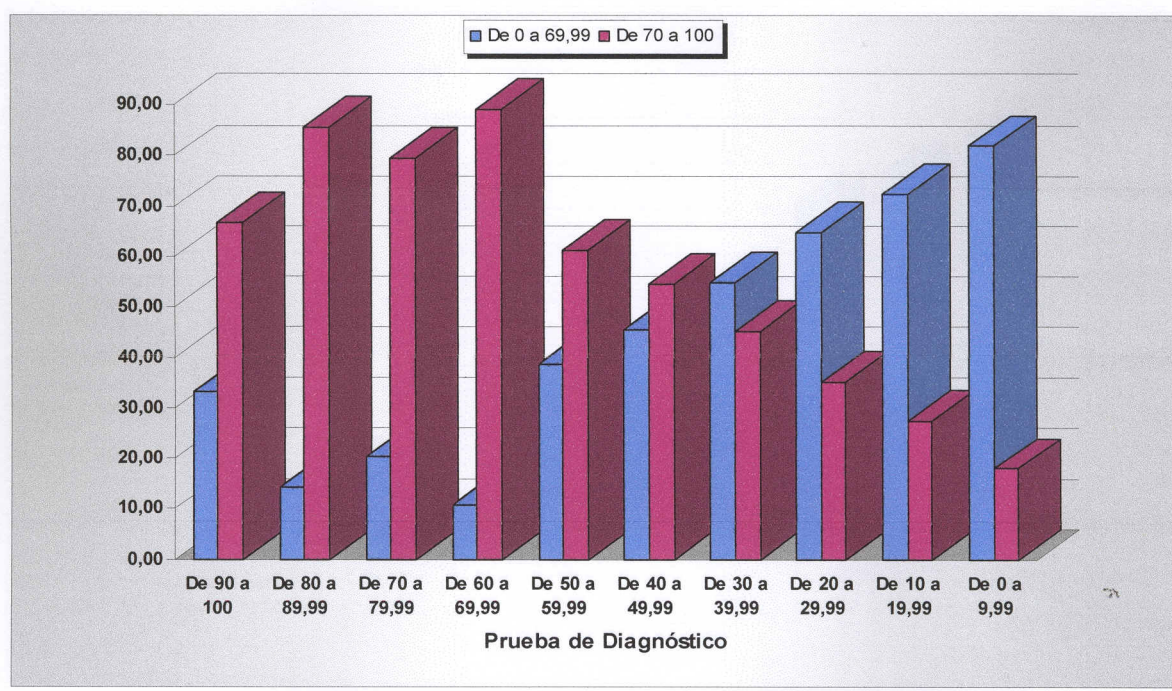
Curso	N		Medida	Prueba de Diagnóstico		Área Verbal de la Prueba de Aptitud Académica		Área Matemática de la Prueba de Aptitud Académica		Notas de Cuarto Ciclo	
	I S	II S		I S	II S	I S	II S	I S	II S	I S	II S
Matemática General	598	223	Correlación de Pearson	0,539	0,539	0,093	0,036	0,428	0,275	0,097	0,090
			Significancia	0,00	0,00	0,011	0,298	0,00	0,00	0,009	0,091
Matemática Básica	181		Correlación de Pearson	0,396		-	0,001	0,312		-	0,032
			Significancia	0,00		0,49		0,00		0,33	
Fundamentos de Matemática	11		Correlación de Pearson	0,513		-	0,046	0,404		0,036	
			Significancia	0,053		0,446		0,109		0,458	

### **ANÁLISIS DE LA PROBABILIDAD CONDICIONAL SEGÚN LA PRUEBA DE DIAGNÓSTICO Y EL RENDIMIENTO EN LOS CURSOS DE MATEMÁTICA GENERAL, MATEMÁTICA BÁSICA Y FUNDAMENTOS DE MATEMÁTICA I**

Se presenta a continuación la probabilidad que tiene un estudiante de obtener un rendimiento académico igual o superior a 70 puntos en el curso, según el puntaje que obtuvo en la prueba de diagnóstico. Para tal fin se desarrolla una tabla de contingencia utilizando las puntuaciones (en rangos de 10 puntos) de la prueba de diagnóstico con las puntuaciones (en rangos de 0 a 69,99- reprobado, y de 70 a 100- aprobado) del rendimiento obtenido en los cursos. A continuación se presentan los gráficos que sintetizan los resultados obtenidos en el primer y segundo semestre del 2009.

#### **Gráfico 1**

**Probabilidad Condicional entre las Puntuaciones de la Prueba de Diagnóstico en Matemática aplicada en el primer semestre 2009 y la Nota obtenida en el Curso según valores porcentuales para toda la población (N = 1077).**



Los resultados indican que a mayor puntaje en la prueba de diagnóstico mayor probabilidad de aprobar el curso. Es importante indicar que sólo el 1,09% de todos los estudiantes evaluados, con una puntuación en la prueba igual o superior a 70, pierden el curso. En contraposición, sólo el 13,6% de los/as estudiantes con puntuaciones inferiores a 30 en la prueba ganan el curso.

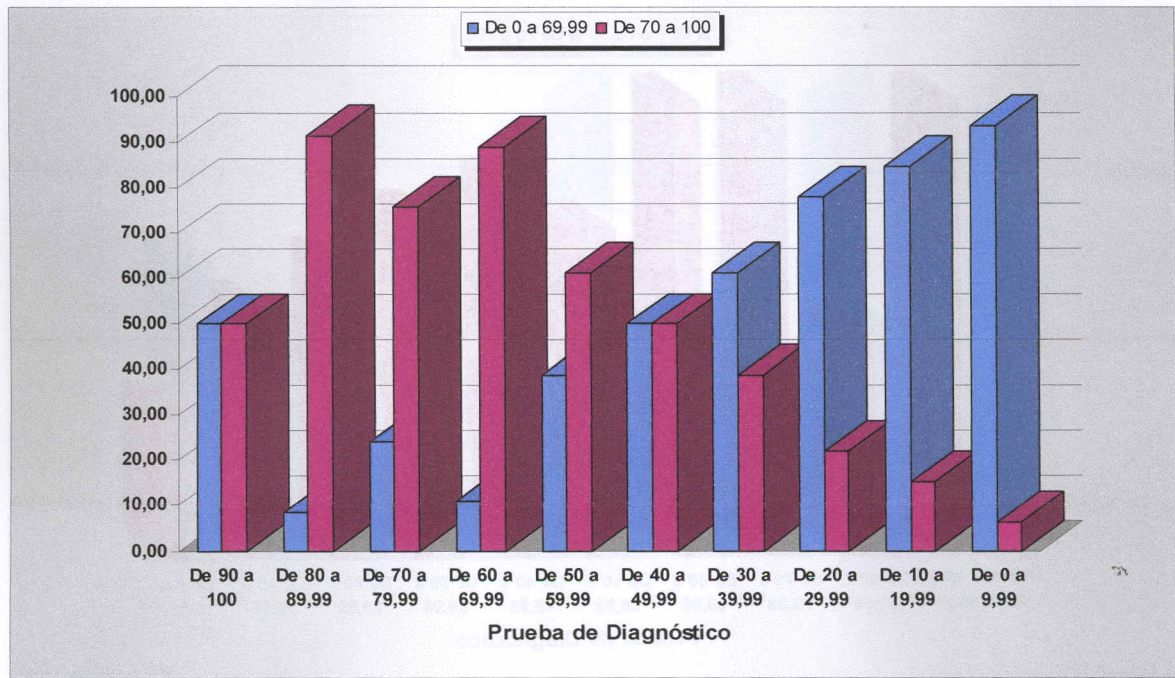
Para el curso de Matemática General el análisis de la probabilidad condicional revela una relación directa entre la puntuación en la prueba y el rendimiento en el curso. A mayor puntaje en la prueba, mayor probabilidad de obtener una calificación igual o superior a 70 puntos; y a menor puntaje en la prueba, mayor probabilidad de obtener una calificación inferior a 70 puntos.

**Gráfico 2**

**Probabilidad Condicional entre las Puntuaciones de la Prueba de Diagnóstico en Matemática aplicada en el primer semestre y la Nota obtenida en el Curso de Matemática General según valores porcentuales (N=741).**





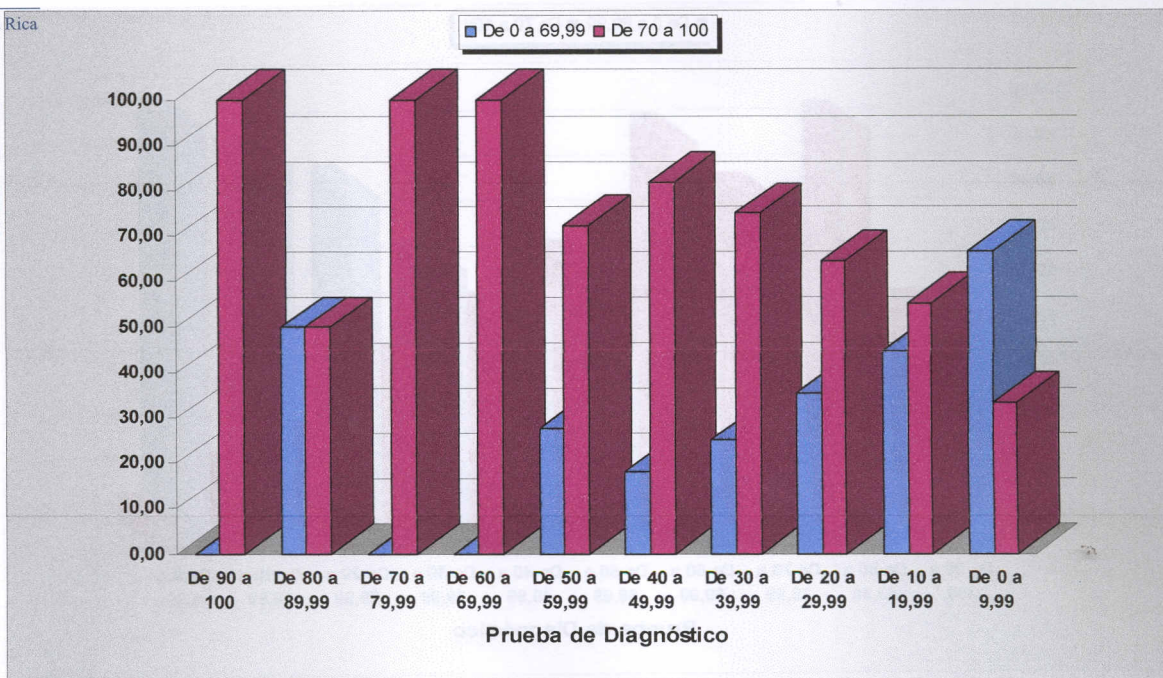


Sólo el 1.21% de los estudiantes con una puntuación en la prueba igual o superior a 70 pierden el curso. En contraste, se comprueba que el 7.15% que obtuvo un puntaje inferior a 30 aprueban el curso.

Para el curso de Matemática Básica el análisis de la probabilidad condicional revela una cierta tendencia asociada a que mayor puntaje en la prueba, mayor probabilidad de obtener una calificación igual o superior a 70 puntos; y que a menor puntaje en la prueba, mayor probabilidad de obtener una calificación inferior a 70 puntos, como se muestra en el siguiente gráfico.

**Gráfico 3**

**Probabilidad Condicional entre las Puntuaciones de la Prueba de Diagnóstico en Matemática aplicada en el primer semestre y la Nota obtenida en el Curso de Matemática Básica según valores porcentuales (N=245).**

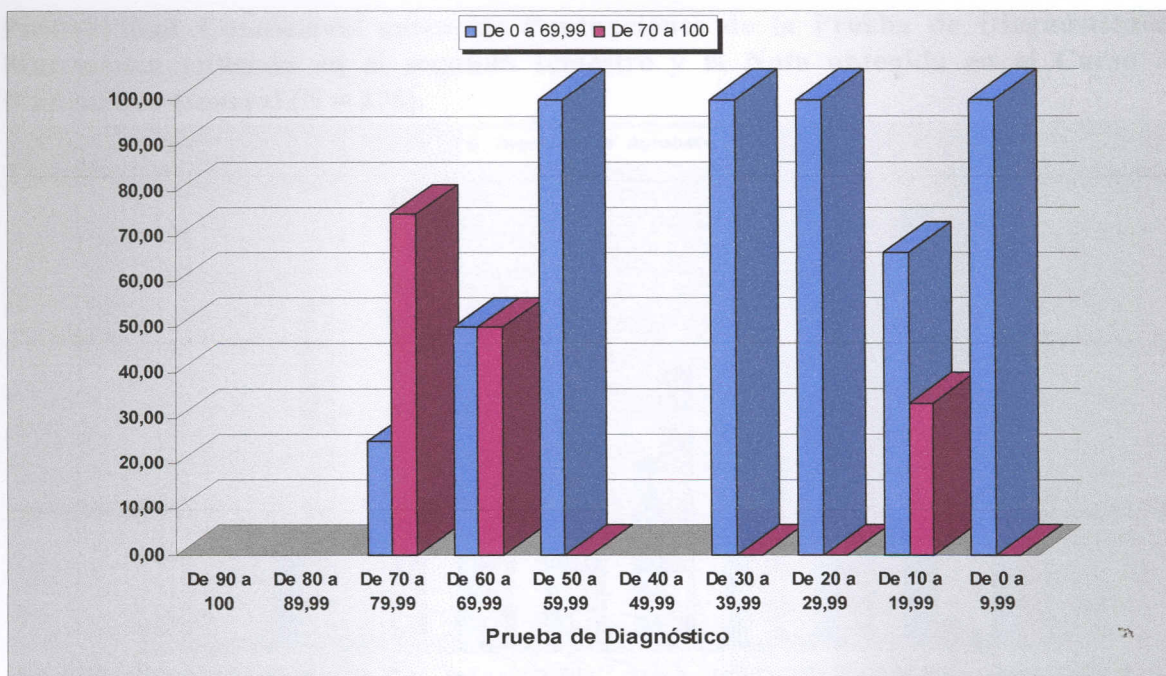


Se obtiene que sólo el 0.41% de los estudiantes con una puntuación en la prueba igual o superior a 70 pierden el curso. En contraste, el 33.87% de los/as estudiantes con puntuaciones inferiores a 30 en la prueba ganan el curso.

Para el curso de Fundamentos de Matemática la tendencia descrita anteriormente se ve distorsionada debido al poco número de estudiantes, revelando una relación débil, como se muestra en el siguiente gráfico.

**Gráfico 4**

**Probabilidad Condicional entre las Puntuaciones de la Prueba de Diagnóstico en Matemática aplicada en el primer semestre y la Nota obtenida en el Curso Fundamentos de Matemática según valores porcentuales (N=21).**



Sólo el 4,76% de los estudiantes con una puntuación en la prueba igual o superior a 70 pierden el curso. En contraposición, solo el 4.76% de los/as estudiantes con puntuaciones inferiores a 30 en la prueba ganan el curso.

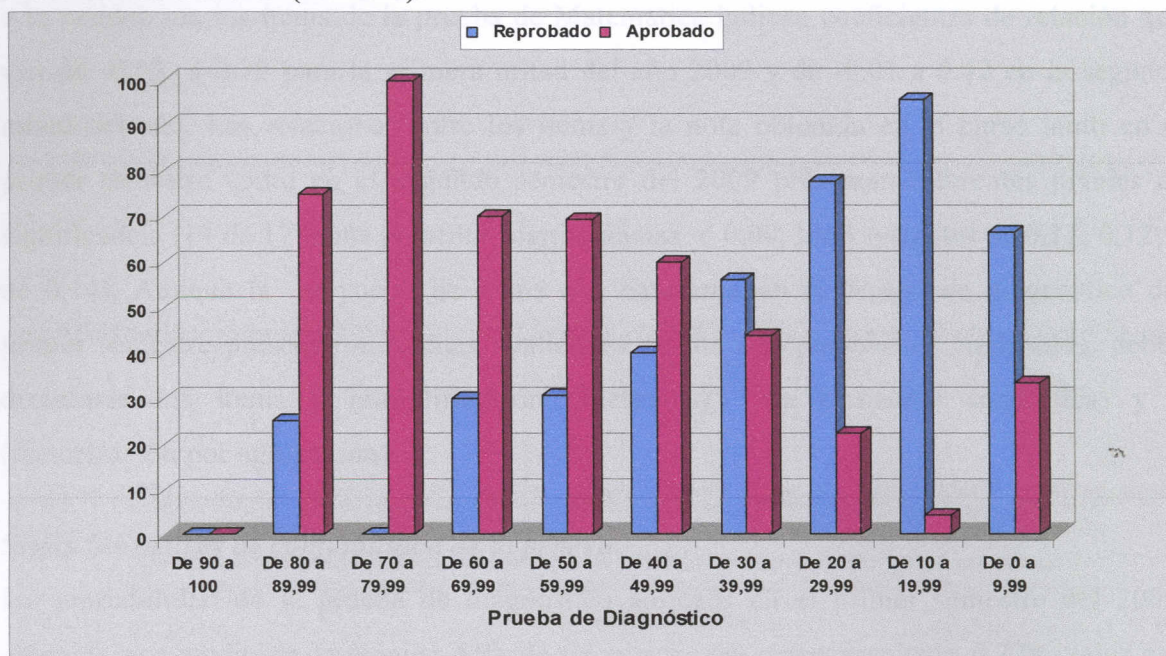
**Cuadro 7**

**Rangos de calificaciones entre las Puntuaciones de la Prueba de Diagnóstico en Matemática y la Nota obtenida en el Curso de Matemática General (N = 278).**

Prueba de Diagnóstico Rangos	Rendimiento en el Curso				Total
	Reprobado		Aprobado		
De 80 a 89,99	1	25 %	3	75 %	4
De 70 a 79,99	0	0 %	11	100 %	11
De 60 a 69,99	9	30 %	21	70 %	30
De 50 a 59,99	12	30,77 %	27	69,23 %	39
De 40 a 49,99	22	40 %	33	60 %	55
De 30 a 39,99	36	56,25 %	28	43,75 %	64
De 20 a 29,99	35	77,78 %	10	22,22 %	45
De 10 a 19,99	23	95,83 %	1	4,17 %	24
De 0 a 9,99	4	66,67 %	2	33,33 %	6
<b>Total</b>	<b>142</b>	<b>51,08 %</b>	<b>136</b>	<b>48,92 %</b>	<b>278</b>

**Gráfico 5**

**Probabilidad Condicional entre las Puntuaciones de la Prueba de Diagnóstico en Matemática aplicada en el segundo semestre y la Nota obtenida en el Curso de Matemática General (N = 278).**



Los resultados indican que a mayor puntaje en la prueba de diagnóstico mayor probabilidad de aprobar el curso. Es importante indicar que sólo el 6,66% de todos los estudiantes evaluados, con una puntuación en la prueba igual o superior a 70, pierden el curso. En contraposición, sólo el 17,33% de los/as estudiantes con puntuaciones inferiores a 30 en la prueba ganan el curso.

**CONCLUSIONES**

Las principales conclusiones son las siguientes:

*Según los índices de dificultad, de discriminación y de validez de los ítems*

La prueba aplicada en el año 2009 en el primer y segundo semestre presenta un valor de dificultad de 0,33 y 0,38 respectivamente, indicando que la prueba tiende a ser difícil. Con respecto a la Discriminación el valor promedio es de 0,42 y 0,40 en los semestres en que fue aplicada la prueba, indicando que el instrumento presenta en términos generales una muy buena Discriminación, la prueba tiende a discriminar entre los que tienen un buen

dominio de los conocimientos que mide el instrumento del que no los tienen, tomando como parámetro un valor igual o superior a 0.3 (Meneses, 1993). Los resultados asociados a la validez de los ítems de la prueba de Matemática indican coeficientes de relación que van de -0.04 a 0.32 para la primera mitad del año 2009 y de -0.01 a 0.42 en la segunda mitad del año. Las relaciones entre los ítems y la nota obtenida en el curso tanto en el primer semestre como en el segundo semestre del 2009 presentan diferentes niveles de significancia (14 de 17 ítems presenta significancias  $\leq 0,00$ , los 3 restantes de 0,11; 0,12; y de 0,14). Aunque la mayoría de ítems que conformaban la prueba de diagnóstico del primer semestre presentaron buenas cualidades en los tres parámetros analizados, deben destacarse los ítems 2 (simplificación algebraica), 4a (ecuación cuadrática) y 3 (factorización por agrupación).

#### *Según los índices de confiabilidad de la prueba*

La confiabilidad de la prueba de diagnóstico aplicada en el primer semestre del 2009, obtenida por medio de la técnica Alfa de Cronbach, dio como resultado 0.728, valor que indica que la prueba es confiable. Los coeficientes de correlación entre cada uno de los ítems y el puntaje final presentan valores que van de 0,12 (ítem 7c) a 0,72 (ítem 2), resultados que indican que no todos los ítems son confiables dado que los ítems 7a (0,34), 1d (0,33), 1c (0,33), 8a (0,25), 1a (0,24), 1e (0,19) y 7c (0,12) presentan valores inferiores a 0,35, pues se considera que los coeficientes ítem-total que arrojan valores menores a 0,35 deben ser desechados o reformulados ya que las correlaciones a partir de 0,35 son estadísticamente significativas más allá del nivel del 1% (Cohen-Manion, 1990).

Por otra parte la confiabilidad de la prueba de diagnóstico aplicada en el segundo semestre del 2009 dio como resultado 0.68, valor que indica que la prueba es confiable. Los coeficientes de correlación entre cada uno de los ítems y el puntaje final presentan valores que van de 0,11 (ítem 8a) a 0,61 (ítem 5), resultados que indican que no todos los ítems son confiables dado que los ítems 7a (0,33), 1d (0,34), 7c (0,20), 8a (0,11), 7b (0,33), 1e (0,14) y 7c (0,12) presentan valores inferiores a 0,35, pues se considera que los coeficientes ítem-total que arrojan valores menores a 0,35 deben ser desechados o reformulados ya que

Las correlaciones a partir de 0,35 son estadísticamente significativas más allá del nivel del 1% (Cohen-Manion, 1990).

#### *Según los resultados generales descriptivos de la prueba*

En promedio los estudiantes que aplicaron examen diagnóstico en el primer semestre del curso de Fundamentos de Matemática (40,48) obtienen un mejor resultado que los de Matemática General (35,97). Por otra parte, el promedio de las calificaciones de los estudiantes de Matemática Básica para Administración (29,14) está muy por debajo de los otros dos cursos.

En el primer semestre las tres carreras que obtuvieron mejores promedios fueron Biotecnología (44,11), Arquitectura y Urbanismo (43,56) e Ingeniería en Construcción (41,70). Entre tanto, los estudiantes de la sede de San Carlos de la carrera de Agronomía (19,96) son los que obtienen los promedios más bajos en el examen de diagnóstico.

El promedio general obtenido en el examen aplicado en el segundo semestre es de 39,65 con una desviación estándar de 17,48. Las tres carreras que obtienen los mejores promedios son: Ingeniería en Computación, Ingeniería en Computadores, e Ingeniería en Biotecnología. Entre tanto, los estudiantes de la carrera de Ingeniería Forestal, Ingeniería Agrícola, y Arquitectura y Urbanismo son los que obtuvieron los promedios más bajos.

#### *Según la validez predictiva de la prueba*

El coeficiente de regresión simple obtenido entre la puntuación en la prueba de diagnóstico I semestre 2009 y la nota obtenida en el curso de matemática para toda la población presenta una magnitud de 0,472; con una varianza explicada de un 18,2%. La ecuación de regresión ( $y' = a + b(x)$ ) donde  $a = 33,523$ ; y  $b = 0,603$  indica que el puntaje predictor en la prueba de diagnóstico para un rendimiento académico de 70 puntos en el curso corresponde a una puntuación de 60,5. Específicamente, para el curso de Matemática general, con 0,53 su coeficiente de correlación simple, luego el puntaje predictor en la prueba de diagnóstico corresponde a una puntuación de 61,3. Para Matemática Básica para Administración, con 0,344 su coeficiente de correlación simple, el puntaje predictor en la prueba de diagnóstico para un rendimiento académico de 70 puntos en el curso

corresponde a una puntuación de 46,5. Por último, para el curso de Fundamentos de Matemática el coeficiente es de 0,577, con una varianza explicada de un 33,3%, y la nota predictora para un rendimiento académico de 70 puntos en el curso corresponde a una puntuación de 79,8.

Para el II semestre el coeficiente de regresión simple obtenido entre la puntuación en la prueba de diagnóstico y la nota obtenida en el curso de Matemática General presenta una magnitud de 0,54; con una varianza explicada de un 29,2%. La ecuación de regresión ( $y' = a + b(x)$ ) donde  $a = 26,585$ ; y  $b = 0,705$  indica que el puntaje predictor en la prueba de Matemática para un rendimiento académico de 70 puntos en el curso corresponde a una puntuación de 61,6.

*Según el alcance del modelo de predicción del rendimiento académico con el Área Verbal y Matemática de la prueba de Admisión, la nota de Cuarto Ciclo y la prueba de diagnóstico*

Los coeficientes de correlación simple obtenidos entre los componentes del modelo y el rendimiento académico en los cursos de Matemática General, Básica, y Fundamentos indican correlaciones significativas de 0,539 y de 0,428 con el puntaje en la prueba de Diagnóstico aplicada en el primer semestre, y con el área de Matemática de la prueba de aptitud académica respectivamente. La correlación con Verbal es de 0,093 y con Cuarto Ciclo es de 0,0970. Es importante indicar, que la correlación entre la prueba de diagnóstico y el área de Matemática de la prueba de aptitud académica es de 0,566 revelando cierto grado de redundancia entre ambas pruebas.

El análisis independiente para cada curso indica que los resultados del modelo de predicción del rendimiento académico para el curso de Matemática General tiende a ser predictivo, dado que su coeficiente de correlación múltiple es de 0,581; explicando un 33,7% de la varianza. En el caso de Matemática Básica el coeficiente de regresión múltiple corresponde a un 0,448 con una varianza explicada de 20%. Y para el curso de Fundamentos de Matemática el coeficiente de regresión múltiple corresponde a un 0,864 con una varianza de un 74,7%; sin embargo, es importante indicar que citado coeficiente está determinado por un número muy pequeño de estudiantes, 11 en total.

Los coeficientes de correlación simple obtenidos entre los componentes del modelo y el rendimiento académico en el curso de Matemática General para el segundo semestre del 2009 indican correlaciones significativas de 0,539 y de 0,275 con el puntaje en la prueba de Diagnóstico, y con el área de Matemática de la prueba de aptitud académica respectivamente. La correlación con Verbal es de 0,036 y con Cuarto Ciclo es de 0,090. Es importante indicar, que la correlación entre la prueba de diagnóstico y el área de Matemática de la prueba de aptitud académica es de 0,459 revelando cierto grado de redundancia entre ambas pruebas.

*Según el análisis de probabilidad condicional correspondiente a la prueba y el rendimiento en los cursos*

El análisis de la probabilidad condicional entre la prueba de diagnóstico y el rendimiento académico del primer semestre del 2009 muestra una relación directa entre la puntuación en la prueba y el rendimiento en el curso. A mayor puntaje en la prueba, mayor probabilidad de aprobar el curso; y a menor puntaje en la prueba, mayor probabilidad de reprobar el curso es decir, obtener una calificación inferior a 70 puntos.

Se cumplió, para el total de la población que, sólo el 1,09% de los estudiantes con una puntuación en la prueba igual o superior a 70 pierden el curso. En contraposición, el 13,6% de los/as estudiantes con puntuaciones inferiores a 30 en la prueba de diagnóstico ganan el curso. Una tendencia similar se presenta para los tres cursos, siendo más evidente para el curso de Matemática General.

Para la segunda mitad del año 2009 el análisis de la probabilidad condicional entre la prueba de diagnóstico y el rendimiento académico muestra una relación directa entre la puntuación en la prueba y el rendimiento en el curso. A mayor puntaje en la prueba, mayor probabilidad de aprobar el curso; y a menor puntaje en la prueba, mayor probabilidad de reprobar el curso es decir, obtener una calificación inferior a 70 puntos. Sólo el 6,66% de todos los estudiantes evaluados, con una puntuación en la prueba igual o superior a 70, pierden el curso. En contraposición, sólo el 17,33% de los/as estudiantes con puntuaciones inferiores a 30 en la prueba ganan el curso.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anastasi, A. (1977). Test Psicológicos. Madrid. Ed. Aguilar.
- Barquero, J. (2003). Estudios de Validez Predictiva. Informe Ejecutivo. Comité de Examen de admisión del ITCR. 17 pp.
- Barquero, J & Chinchilla, S (2003). Análisis de la Confiabilidad y la Validez de las pruebas de Diagnóstico en Matemática General, Química Básica I y Física General I. Departamento de Orientación y Psicología. ITCR. 19pp.
- Barquero, J & Chinchilla, S (2005). Análisis de la Confiabilidad y la Validez de las pruebas de Diagnóstico en Química Básica I y Física General I. Departamento de Orientación y Psicología. ITCR. 37 pp.
- Barquero, J & Ramirez, G. (2009). Análisis de validez de las pruebas de diagnóstico en Matemática. Informes de Labores. Escuela de Matemática y Departamento de Orientación y Psicología. ITCR.
- Biggs, J. B., & Collis, K. F. (1982). Evaluating the quality of learning: The Solo Taxonomy. Academic Press, New York.
- Chinchilla, S y Sánchez, S. (2001). Programa de acompañamiento para estudiantes de primer ingreso. Departamento de Orientación y Psicología. ITCR. 39 pp.
- Kerlinger, F. (1994). Investigación del comportamiento. Mc Graw Hill. Tercera edición.
- Martínez, R. (1996). Psicometría: Teoría de los Tests Psicológicos y Educativos. Editorial Síntesis, S.A. Madrid.
- Meneses, S. (1993). Análisis de Items de Opción Múltiple en Matemática. Las Matemáticas y su Enseñanza, Número 14, Volumen 5, Octubre 1993. 10 pp.