



## Análisis de las Pruebas de Diagnóstico en Matemática del Instituto Tecnológico de Costa Rica

Greivin Ramírez A.

gramirez@itcr.ac.cr

Instituto Tecnológico de Costa Rica

José Antonio Barquero S.

jbarquero@itcr.ac.cr

Instituto Tecnológico de Costa Rica

### Resumen.

En el presente artículo se reportan los resultados de las pruebas de diagnóstico en Matemáticas aplicadas a los estudiantes de nuevo ingreso del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) durante los semestres correspondientes al curso lectivo 2008, 2009 y 2010. El objetivo de las pruebas es evaluar los conocimientos previos básicos y puntuales que debe disponer el estudiante al ingresar al ITCR. Los resultados se muestran por curso, tema y carrera, según la condición de género, el tipo de financiamiento del colegio de procedencia, y la provincia de residencia. Además se brinda información técnica sobre las pruebas referentes a la dificultad y a la discriminación de los ítems, y con respecto a la confiabilidad y validez de las mismas. Además incluye un análisis de la probabilidad condicional relacionado con el rendimiento en el curso. El análisis de los resultados permite concluir que el bajo rendimiento obtenido por la mayoría de estudiantes en las pruebas refleja el pobre bagaje matemático con el que se reciben a los y las estudiantes que ingresan al ITCR. .

**Palabras claves:** examen de diagnóstico, matemática, análisis de ítems, dificultad y discriminación, confiabilidad, validez predictiva, probabilidad condicional.

### Abstract.

This article reports the results of the diagnostic tests in Mathematics applied to new students of the Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) during the semesters for the academic year 2008, 2009 and 2010. The aim of the tests is to assess the basic background a student must have to begin in the ITCR. The results are shown by grade, subject and career, according to gender, type of high school, and the province. It also provides technical information about the evidence concerning the difficulty and discrimination of the items, reliability and validity of the tests. It also includes an analysis of the conditional probability associated with performance in the course. The analysis of the results suggests the low yield obtained by most student's test, reflecting the poor mathematical background that is coming to the ITCR. .

**KeyWords:** diagnostic test, math, item analysis, difficulty and discrimination, reliability, predictive validity, conditional probability.

## 1.1 Introducción.

---

Los resultados obtenidos en los estudios de rendimiento académico correspondientes al curso de Matemática General muestran un promedio de aprobación de un 44,43% para los semestres comprendidos entre los años 2003 al 2009. Para el curso de Matemática Básica el promedio es de 42,44% correspondiente a los años que van del 2000 a el 2009. En Fundamentos de Matemática I el promedio es de 51,32% para los años que van del 2005 al 2009. Los datos expuestos presentan claramente una problemática de reprobación, que si bien en los últimos años, los índices de aprobación han venido mejorando, la situación no deja de ser preocupante especialmente por el costo económico y social para el país y psicológico para el estudiante. Por otra parte, el informe nacional del Ministerio de Educación Pública publicado por la dirección de Gestión y Evaluación de la Calidad (2008), con respecto a la prueba de bachillerato en matemáticas, muestra un comportamiento diferencial en el rendimiento por temas. Es así como en Álgebra el rendimiento fue de un 82,5%, en Funciones de un 47,6%, en Función Exponencial y Logarítmica de un 71,3%, en Geometría de un 50.1% y en Trigonometría de un 70,6%. Los resultados revelan que en las áreas de Geometría y de Funciones los/as estudiantes presentan dificultad para solventar los niveles mínimos requeridos para ser promovidos. En otras palabras, hay un grupo importante de estudiantes que no han recibido una buena formación en los contenidos matemáticos citados. Es importante indicar que la dificultad de la prueba en matemática en el 2008 obtuvo un valor de 0.64, es decir presenta la tendencia a ser fácil. La interpretación de los valores de la dificultad se realiza bajo los siguientes parámetros: valores de 0.85 a 0.65 son interpretados como ítems fáciles, de 64 a 35 como normales, y de 34 a 15 como difíciles (Meneses, 1993).

Dada las condiciones anteriores, pero específicamente los aspectos vinculados en forma directa con el rendimiento académico en los cursos de matemática, se decide implementar semestralmente una prueba de diagnóstico de conocimientos en matemática, que permita obtener con certeza la cantidad y calidad de la información con la que ingresan los estudiantes matriculados/as. Por tanto, el objetivo general del proyecto es 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 para Administración, y Fundamentos de Matemática I de los estudiantes que ingresan al Instituto Tecnológico de Costa Rica.

La idea fundamental se basa en que la prueba o las pruebas utilizadas permitan conocer las fortalezas y debilidades de las y los estudiantes admitidos/as. La información facilitará el establecer planes o programas de apoyo en el área psicoeducativa como cursos de nivelación, métodos de estudios, tutorías, entre otros; con lo cual se pretende prevenir la reprobación, la repetición consecutiva de cursos, la deserción, y por consiguiente, aumentar los índices de graduación.

## 1.2 Metodología

---

### Elaboración de la prueba

Las pruebas de Diagnóstico de Matemática son elaboradas bajo el juicio de expertos en matemática y educación matemática; y están compuestas únicamente por ítems de desarrollo. En el 2008 específicamente en el primer semestre el examen constó de 9 ítems; y en el segundo semestre de 10 ítems. En el 2009 y 2010 las pruebas se construyeron con un total de 17 ítems.

La distribución por temas de las pruebas son: la del 2008 tiene un 70% de ítems que evalúan conocimientos en Álgebra y un 30% en Geometría. Las pruebas del 2009 y 2010, el 64% de las preguntas corresponde a Álgebra, un 12% a Funciones, un 12% a Geometría y un 12% a Funciones Exponenciales y Logarítmicas.

## Población

El número de estudiantes que respondieron el examen corresponden a 1077 en el 2008, 1230 en el 2009, y 1042 en el 2010; todos matriculados en los cursos de Matemática General, Matemática Básica o Fundamentos de Matemática I.

## Procedimiento

Consistió en las siguientes etapas:

- a. Se construyeron las rúbricas o estándares de calificación de prueba.
- b. Inducción a los profesores calificadores para implementar uniformidad en la calificación.
- c. Las evaluaciones se aplicaron la primera semana de clases.
- d. Se califica la prueba por parte de profesores de matemática.
- e. Entrega de resultados a los/as estudiantes y profesores.
- f. Se realiza un análisis descriptivo general, por curso, por género, por tipo de financiamiento del colegio de procedencia, por carrera y por provincia.
- g. Se realiza los análisis técnicos de la prueba: análisis de ítems (dificultad y discriminación), análisis de confiabilidad, análisis de validez de criterio predictiva, y análisis de la validez de criterio de los ítems.
- h. Estudio de probabilidad condicional.

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 de la pregunta.

La obtención de los índices de discriminación se obtiene como el valor del índice que se obtiene por medio de la correlación ítem con el puntaje final o la calificación obtenida en la prueba. Los ítems que discriminan deben de presentar valores igual o superiores a 0.30 (Meneses, 1993).

El análisis de la validez de los ítems se ejecuta utilizando el análisis de regresión múltiple, en donde la variable dependiente es el rendimiento académico en el respectivo curso y las variables independientes son cada uno de los respectivos ítems. Se analiza para la interpretación de los resultados la tabla de contingencia de las correlaciones. Para determinar del grado de confiabilidad se utiliza la técnica basada en la obtención del Alfa de Cronbach. Los ítems cuyos coeficientes ítem-total 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).

La validez de criterio predictiva se obtiene correlacionando las puntuaciones en la prueba de diagnóstico con el rendimiento académico obtenido en los cursos. Se utiliza el método de regresión lineal simple. Es estudio de probabilidad condicional se establece como la probabilidad que tiene un estudiante de obtener un rendimiento académico "x" en el curso, si obtuvo "y" puntaje en la prueba de diagnóstico.

### 1.3 Marco Teórico

Conceptualmente las pruebas se diseñaron con el propósito de explorar la comprensión que tienen los/as estudiantes en Álgebra, Geometría y Funciones 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.

### 1.4 Resultados de la prueba

#### Resultados descriptivos generales

En la siguiente tabla se muestra el rendimiento en la prueba por año:

**Tabla 1**  
**Resumen de los resultados de los estudiantes por año**

Año	N	Promedio	Desviación Estándar
2008	1077	52,4	17,43
2009	1230	37,05	17,82
2010	1042	31,62	17,83

En el 2008 los estudiantes obtuvieron mejores resultados en la prueba. A continuación se presentan los resultados de los estudiantes en la prueba según el curso matriculado:

**Tabla 2**  
**Resumen de los resultados de los estudiantes por curso matriculado en el 2008, 2009 y 2010**

Curso	N			Promedio			Desviación estándar		
	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010
Fundamentos de Matemática I	0	21	32		40,48	33,78		23,52	17,7
Matemática General	860	964	762	54,95	36,58	33,62	17,32	17,7	18
Matemática Básica para Administración	217	245	248	47,6	29,14	24,41	19,08	17,70	15

Los mejores resultados en la prueba lo obtiene los estudiantes que ingresan a la carrera de Enseñanza de Matemática en el curso de Fundamentos de Matemática, entre tanto los de Administración de empresas son los que ingresan con peores bases. A continuación se presentan los resultados por género:

**Tabla 3**  
**Resumen de los resultados de los estudiantes por género en el 2008, 2009 y 2010**

Género	N			Promedio			Desviación estándar		
	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010
Masculino	419	577	635	57,36	35,61	32,6	17,47	18,83	17,48
Femenino	350	387	358	53,25	32,1	30,04	18,03	17,2	17,82

La tabla anterior muestra que los hombres obtienen mejores resultados que las mujeres en todos los años analizados, presentándose mayor diferencia en el 2008. Las desviaciones estándar son muy similares durante

este período. Por otra parte, según el tipo de colegio de procedencia se presenta el siguiente cuadro:

**Tabla 4**  
**Resumen de los resultados por tipo de financiamiento del colegio en el 2008, 2009 y 2010**

Tipo de financiamiento	N			Promedio			Desviación estándar		
	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010
Colegio Público	488	596	657	51,93	31,43	27,56	17,68	17,63	15
Colegio Semipúblico	96	158	115	64,63	41,28	43,82	15,62	18,19	19,55
Privado	165	196	219	61,17	40,31	37,42	15,88	17,1	19,18
Extranjero u otros	22	18	1	49,66	33,64	60,83	20,14	14,41	

Puede observarse como los resultados de los estudiantes provenientes de Colegios Semipúblicos son ampliamente superiores a los estudiantes de los otros colegios. Los estudiantes de Colegios Públicos son los que obtiene resultados más bajos. En el siguiente cuadro se presentan los promedios de las calificaciones de las pruebas de los estudiantes según carrera cursada. Esta información permite atender, en forma oportuna, los estudiantes de las carreras que tengan bajos rendimientos:

**Tabla 5**  
**Resumen de los resultados de los estudiantes por Carrera**

Carrera	Código	N			Promedio			Desviación Estándar		
		2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010
Ingeniería en Biotecnología	IB	29	35	18	60,21	46,82	41,62	14,6	17,73	20,34
Enseñanza de la Matemática asistida por Computadora	EM	21	19	33	63,18	37,94	34,57	19,13	23,22	18
Ingeniería en Computación	CA-C	164	3		61,9	43,05		15,38	10,61	
Ingeniería en Electrónica	E	132	149	98	60,07	37,64	38,9	16,1	17,54	20,18
Ingeniería en Computadores	IDC		32	41		45,68	32,86		20,24	17
Diseño Industrial	DI	102	130	64	57	30,01	40,46	16,73	14,98	17,25
Ingeniería Ambiental	AMB	26	50	31	58,32	41,45	35,92	14,75	17,09	17,24
Producción Industrial	PI	101	132	94	56,08	40,43	33,05	18,22	16,2	16,5
Seguridad Laboral	SHO	56	54	43	54,64	31,8	28,23	17,15	15,56	14,85
Mantenimiento Industrial	MI	87	70	59	54,18	41,23	33,75	15,36	16,91	15,55
Ingeniería de los Materiales	ME	46	60	41	52,22	34,65	34,21	21,3	16,69	18,14
Ingeniería en Construcción	CO	83	86	66	54,28	43,01	36,29	16,74	18,57	17,23
Administración en Tecnologías de la Información	ATI	33			53,12			17,05		
Ingeniería Agrícola	IA	36	21	25	54,31	32,77	20,01	17,7	17,41	12,95
Arquitectura y Urbanismo	AU	43	49	50	52,27	42,85	33,7	18,52	19,96	19,86
Administración Agropecuaria	AA	20	42	24	48,28	31,12	24,62	18,03	17,59	15,92
Administración de Empresas	AE-C	180	141	248	50,12	34,48	24,41	18,89	18,31	15
Forestal	FO	43	77	37	44,74	28,06	25,87	14,22	16,46	15,82
Ingeniería en Computación SC	CA-SC	16			47,25			21,28		
Ing en Agronomía	AG	49	41	40	41,17	20,1	18,71	18,27	12,59	7,76
Administración de Empresas	AE-SC	37	42		37,52	23,82		16,22	15,54	
Administración de Empresas	AE-SJ		60			21,03			14,04	
Ing Mecatrónica	IMT		1	30		53,33				
Sin identificación de Carrera			15	20		30,1			15,62	

Puede observarse que en el 2008 las tres carreras con mejor promedio fueron Enseñanza de la Matemática, Biotecnología y Computación. 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 Forestal son los que obtuvieron los promedios más bajos.

En el 2009 las tres carreras que obtuvieron mejores promedios fueron Biotecnología, Ingeniería en Computadores e Ingeniería en Computación. Y las que obtuvieron los tres promedios más bajos repiten con respecto al 2008.

En el 2010 las tres carreras que obtuvieron los mejores promedios fueron Biotecnología, Diseño Industrial y Electrónica, entre tanto nuevamente las agroforestales y Administración de Empresas son los estudiantes que ingresan con mayores deficiencias.

Los resultados por provincia son:

**Tabla 6**  
**Resumen de los resultados de los estudiantes por provincia en el 2008, 2009 y 2010**

Provincia	N			Promedio			Desviación estándar		
	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010
San José	262	310	300	55,75	33,48	31,78	18,93	16,73	17,94
Alajuela	142	193	205	46,89	27,06	26,22	16	16,57	14,65
Cartago	189	272	267	62,1	43,01	38,41	16,6	18,3	19,15
Heredia	53	58	50	58	39,8	31,78	16	17,49	15,53
Guanacaste	45	44	52	52,01	31,55	31,14	13,64	19,97	16,56
Puntarenas	44	51	59	54,24	29,04	23,52	16,24	15,9	14,66
Limón	32	35	55	54,13	27,4	27,43	17,83	14,9	13,63

El análisis asociado a la provincia de residencia de los/as alumnos/as que aplicaron las pruebas, establece que los/as estudiantes de Cartago obtienen los mejores resultados, entre tanto, los estudiantes de Limón y Alajuela son los que presentan los resultados más deficientes. En este sentido, puede observarse en la tabla anterior, la relación entre la provincia de Alajuela y los/as estudiantes matriculados/as en la sede del ITCR de San Carlos, dado que los/as estudiantes de las tres carreras que imparten en esta sede han obtenido bajos puntajes en las pruebas aplicadas.

### Confiabilidad

Utilizando la técnica Alfa de Cronbach se obtiene un resultado de 0.765 en el 2008, de 0.704 en el 2009 y de 0.73 en el 2010, valores que indican que la prueba tiende a ser confiable, pero debe mejorarse en futuras aplicaciones.

### Validez Predictiva.

Los resultados de los análisis de validez predictiva indican para el curso de Matemática General, coeficientes de regresión de 0,492, de 0,44, de 0,53 y de 0,54 con una varianza explicada de un 24,1%, de 19,1%, de 27,7% y de 29,2% para las pruebas del 2008 y del 2009, primer y segundo semestre respectivamente. Para el curso de Matemática Básica, coeficientes de regresión de 0,384, y de 0,344 con una varianza explicada de un 14,4%, y de 11,4% para las pruebas del 2008 y del 2009, primer semestre respectivamente. Y para el curso de Fundamentos de Matemática I de 0,577 con una varianza explicada de 26,77% para la prueba del 2009 aplicada en el primer semestre.

Los valores obtenidos indican que la prueba cumple con su función de predecir el rendimiento académico de los estudiantes, alcanzando mejores resultados para los cursos de Matemática General y Fundamentos de Matemática.

## Análisis de dificultad y discriminación de los ítemes por temas

En términos generales, para 2008 se determina que la prueba presenta un valor de dificultad de 0,48, con un valor promedio referente a la discriminación de 0,57. Para el 2009 el valor promedio de dificultad es de 0,36, con una discriminación promedio de 0,41. Para el 2010 el promedio la dificultad es de 0,324, con una discriminación promedio de 0,50.

La interpretación de estos valores indica que, las pruebas del 2009 y del 2010 tienden a ser difíciles, mientras que la del 2008 tiene una dificultad normal. En cuanto a la discriminación los índices obtenidos indican que las pruebas poseen una muy buena diferenciación entre los/as estudiantes que tienen los conocimientos de los que no los poseen. Se presenta a continuación los índices de dificultad y discriminación de los ítemes:

**Tabla 7**  
**Índices de dificultad y discriminación de los ítemes de la prueba de diagnóstico en matemática**

Tema	2008		Tema	2009		2010	
	Índice de dificultad	Índice de discriminación		Índice de dificultad	Índice de discriminación	Índice de dificultad	Índice de discriminación
IT1 Simplificación leyes de potencia	0,3	0,61	IT1a Valor absoluto	0,27	0,27	0,22	0,3
IT2 Factorización agrupación	0,62	0,66	IT1b Simplificación de radicales	0,3	0,44	0,23	0,4
IT3 Ecuación cuadrática	0,46	0,6	IT1c Propiedades de los radicales	0,35	0,34	0,29	0,38
IT4 Problema sistema de ecuaciones	0,45	0,44	IT1d Simplificación de expresión racional	0,21	0,33	0,2	0,38
IT5b Simplificación algebraica	0,57	0,67	IT1e Propiedades de los logaritmos	0,15	0,18	0,24	0,43
IT5c Racionalización cúbica	0,61	0,6	IT2 Simplificación algebraica	0,28	0,69	0,21	0,7

IT5d Ecuación algebraica	0,7	0,75	IT3 Factorización agrupación	0,55	0,66	0,47	0,63
IT5e y IT6 Inecuaciones	0,5	0,58	IT4a Ecuación cuadrática	0,42	0,66	0,32	0,61
IT6, IT7a y IT7b Similitud y PITágoras	0,36	0,43	IT4b Ecuación exponencial	0,17	0,62	0,13	0,61
			IT5 Despeje de variables	0,32	0,63	0,19	0,64
			IT6 Problema de razonamiento	0,63	0,36	0,62	0,33
			IT7a Ecuación lineal	0,87	0,34	0,84	0,35
			IT7b Desigualdades	0,42	0,37	0,38	0,36
			IT7c Inecuaciones	0,17	0,14	0,09	0,06
			IT7d Funciones	0,32	0,42	0,28	0,32
			IT8a Criterios de similitud	0,08	0,22	0,26	0,25
			IT8b Pitágoras y similitud de triángulos	0,27	0,45	0,42	0,43

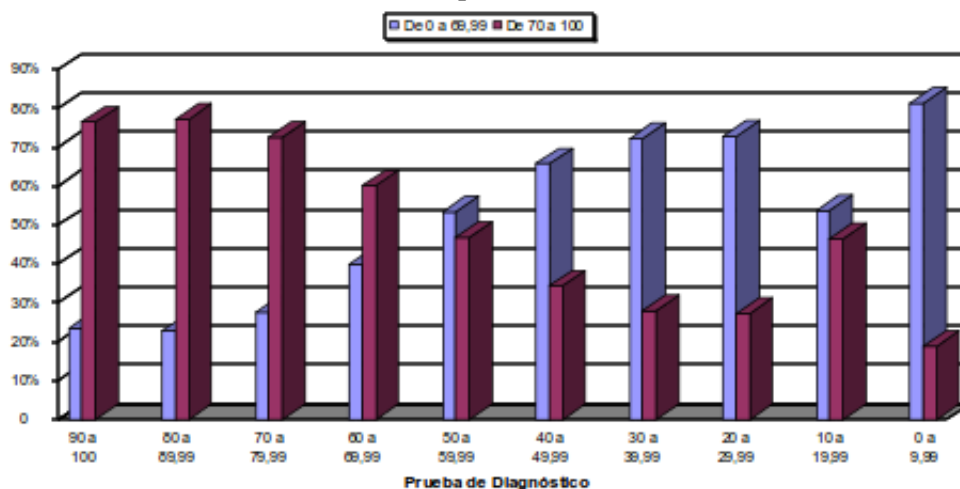
Los ítems correspondientes a los temas de Geometría, Inecuaciones y Exponencial y Logarítmica fueron los que resultaron con menor puntuación, mientras que las ecuaciones algebraicas y la factorización por agrupación fueron los ítems con mejor puntuación.

#### Análisis de probabilidad condicional según la prueba de diagnóstico y el rendimiento en los cursos

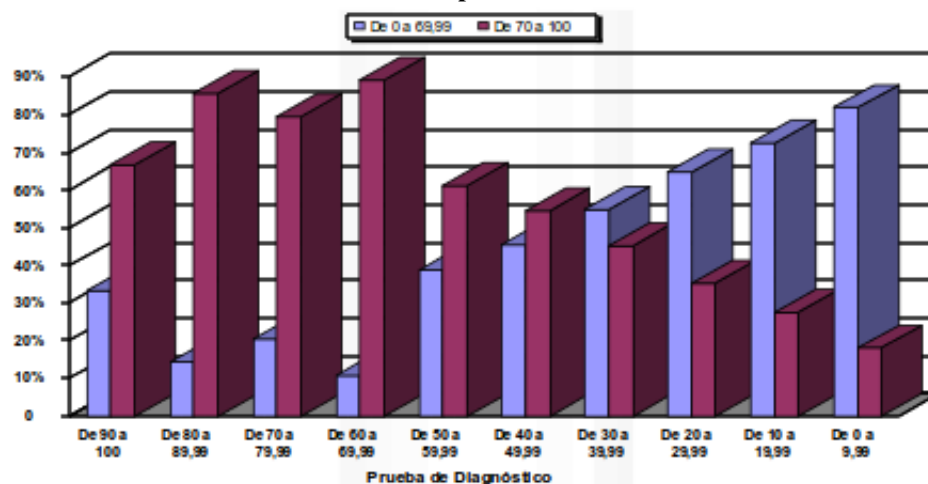
Otro aspecto importante y complementario a la validez, se relaciona con la probabilidad que tiene un estudiante de obtener un rendimiento académico igual o superior a 70 puntos en el curso, según el puntaje que obtuvo en la prueba de diagnóstico. Para tal fin se desarrolla una tabla de contingencia utilizando 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. Posteriormente se muestran los gráficos que sintetizan los resultados obtenidos en los primeros semestres de 2008 y 2009.



**Gráfico 1. Probabilidad condicional entre las puntuaciones de la prueba de diagnóstico en matemática aplicada en el primer semestre 2008 y la nota obtenida en el curso según valores porcentuales para toda la población.**



**Gráfico 2. 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.**



De acuerdo con lo anterior a mayor puntaje en la prueba de diagnóstico mayor probabilidad de aprobar el curso en contraposición a menor puntaje en la prueba de diagnóstico, menor es la probabilidad de aprobar el curso.

## 1.5 Conclusiones

En general las pruebas aplicadas tienen una dificultad normal según estándares de medición. La prueba tiende a discriminar entre los que tienen un buen dominio de los conocimientos de los que no los poseen. Por medio de la técnica Alfa de Cronbach, los valores obtenidos indican que la prueba es confiable, aunque puede mejorarse.

Los estudiantes lograron obtener mejores calificaciones en el 2008 que en el 2009 y el 2010. Las carreras de Biotecnología, Computación y Electrónica son los estudiantes que obtuvieron mejores calificaciones; mientras que los estudiantes que ingresan a Agronomía, Agropecuaria, Administración de Empresas y Forestal son los de calificaciones más bajas. Los estudiantes que matriculan el curso de Matemática Básica para Administración son los que tiene peores bases para enfrentar cursos universitarios de Matemática.

En cuanto a género el promedio de los hombres es mejor que el de las mujeres. Por su parte los estudiantes que provienen de Colegios Semipúblicos obtienen mejores calificaciones que los estudiantes que proceden de otro tipo de colegio. Y se destaca que los estudiantes de Cartago son los que tienen mejores conocimientos previos al ingresar al ITCR en Matemática.

Con respecto a la validez predictiva de las pruebas se determina que los instrumentos utilizados predicen el rendimiento en los cursos de Matemática General, y de Matemática Básica y de Fundamentos de Matemática I.

El análisis de la probabilidad condicional entre la prueba de diagnóstico y el rendimiento académico para el 2008 y 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.

## Bibliografía

- 
- [1] Badilla, C. (1998). "Reflexiones sobre la utilización de la informática educativa asociada a una corriente pedagógica: resultados de una experiencia." En: Libro de Memorias del I Congreso Internacional de Informática Educativa para Secundaria.
  - [2] Anastasi, A. (1977). *Test Psicológicos*. Madrid. Ed. Aguilar.
  - [3] Barquero, J. (2003). "Estudios de Validez Predictiva. Informe Ejecutivo". Comité de Examen de admisión del ITCR.
  - [4] 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.
  - [5] 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.
  - [6] Barquero, J & Ramírez, 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.
  - [7] Biggs, J. B., & Collis, K. F. (1982). *Evaluating the quality of learning: The SoloTaxonomy*. Academic Press, New York.
  - [8] Chinchilla, S y Sánchez, S. (2001). "Programa de acompañamiento para estudiantes de primer ingreso". Departamento de Orientación y Psicología. ITCR.
  - [9] Dirección de Gestión y Evaluación de la Calidad. (2008). Resultado de las Pruebas Nacionales de la Educación Formal. En <http://www.mep.go.cr/GestionEvaluacion/departamentos.aspx>.
  - [10] Kerlinger, F. (1994). *Investigación del comportamiento*. Mc Graw Hill. Tercera edición.
  - [11] Martínez, R. (1996). *Psicometría: Teoría de los Tests Psicológicos y Educativos*. Editorial Síntesis, S.A. Madrid.
  - [12] Meneses, S. (1993). "Análisis de Items de Opción Múltiple en Matemática". *Las Matemáticas y su Enseñanza*, Número 14, Volumen 5, Octubre 1993.