

Resumen

De acuerdo con el Modelo Pedagógico propuesto por la EAN, en la formación de profesionales competentes, el Departamento de Ciencias Básicas adelanta una investigación, no sólo para evaluar las "Competencias Matemáticas Básicas" de todos los estudiantes que ingresan a primer semestre en los diferentes programas de pregrado, sino que, como resultado de tal evaluación diagnóstica, se implementan estrategias que permitan enriquecer los mecanismos de apoyo al estudiante para su desarrollo. Lo anterior, ha permitido prestar una atención especializada a todos los estudiantes que así lo requieren. La presente publicación contiene una descripción del proceso adelantado, un análisis de los principales resultados durante el desarrollo del "Programa de Mejoramiento de las Competencias Matemáticas Básicas", así como la evidencia de disminución del índice de pérdida de unidades de estudio de matemáticas básicas por debajo del 10 %.

Matemáticas

Un aspecto que mejora

Resultados del seguimiento en el desempeño de los estudiantes de primer semestre en administración e ingeniería

Eduardo Ramírez¹ y Equipo de Ciencias Básicas de la EAN²

El presente documento contiene el análisis de los principales resultados obtenidos durante la implementación del programa de mejoramiento en las competencias matemáticas de nuestros estudiantes de primer semestre.

Durante la primera semana de clases, se desarrolló una prueba de entrada, la que evidenció el estado sobre las competencias matemáticas básicas de los estudiantes en nuestros programas de pregrado.

¹ Especialista en Física Nuclear y en Gestión del Medio Ambiente en la Universidad Nacional. Magíster en Gestión de Organizaciones del Universidad de Quebec de Canadá.

² María Teresa Vargas, Especialista en Sistemas Dinámicos. Hernán Bejarano, Estadista, Especialista en Sistemas Dinámicos y en Gestión de Tecnología. Jorge A. Pérez, Licenciado en Matemáticas, Especialista en Sistemas Dinámicos y Magíster en Matemática Aplicada.

Este artículo fue entregado el 15 de marzo de 2005 y su publicación aprobada por el Comité Editorial el 11 de abril de 2005.

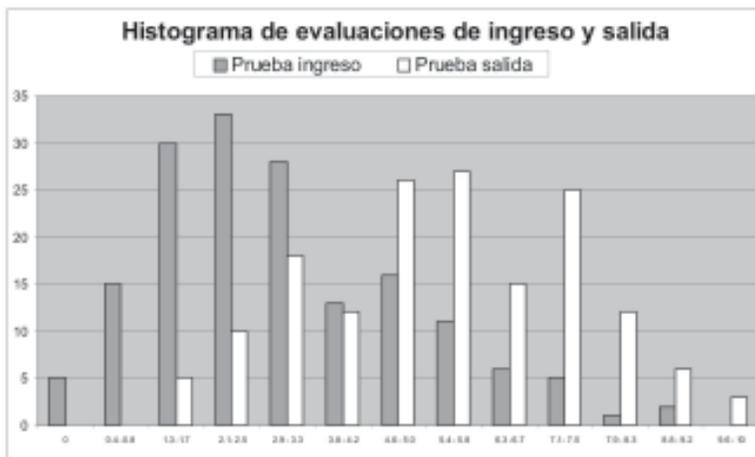
A partir de ésta información se diseñaron estrategias de apoyo y seguimiento a fin de lograr mejores resultados en cuanto al aprendizaje de las matemáticas por parte de nuestros estudiantes de pregrado.

- *Asesoría*: para los estudiantes que así lo hubiesen solicitado.
- *Tutoría*: para alumnos que llevan más de cinco años sin estudiar.
- *Sábados grupal*: clases adicionales los sábados a las que se invitaron, especialmente, a aquellos estudiantes que presentaron un bajo desempeño en la prueba de entrada.
- Talleres de mejoramiento desarrollados durante la Semana Santa
- Clase, según lo planeado en los syllabus.

Por último se aplicó una prueba de salida idéntica a la de entrada a fin de establecer la incidencia de las estrategias de apoyo que alcanzaron los estudiantes.

Resultados obtenidos

En el presente histograma sólo se incluye a los estudiantes de los programas de administración e ingeniería. Se puede apreciar un corrimiento notorio del histograma. Mientras en la prueba de entrada solo 5 estudiantes tuvieron un desempeño superior a 7.0, en la prueba de salida fueron 46.



Abstract

According to the EAN's Pedagogic Model, the Basic Science Department is carrying out a research about «Basic Mathematic Competences»; which has permitted pay a particular attention on students of undergraduated programs and the strategies to enrich the supporting mechanisms to their development. The present publication describes the forward process, an analysis of the main results during the development of «The improvement Basic Mathematic Program»; as well as the evidence in the decrease of loss subjects of basic mathematics below the 10%.

Estudiantes que finalizaron el semestre con notas inferiores a 60 sobre 100: 40.

Según el seguimiento se puede establecer que de los estudiantes que perdieron matemáticas.

11 tienen una nota de cero, es decir que nunca asistieron a clase (no se puede afirmar que perdieron ya que nunca iniciaron el curso).

17 desertaron a mitad de semestre o en el transcurso del segundo ciclo. Estos estudiantes presentaron un buen desempeño en el primer ciclo, y cero o notas muy bajas en el segundo ciclo (se pudo verificar, ya que en las demás unidades de estudio de cada uno de ellos el comportamiento fue idéntico).

12 estudiantes asistieron a la clase de matemáticas durante todo el semestre y no tuvieron el desempeño necesario para aprobar la materia.

Entre administración e ingeniería fueron 182 los estudiantes que asistieron a la clase de matemáticas durante todo el semestre, de los cuales 12 perdieron la materia (después de habilitaciones), lo que corresponde al 7% de los estudiantes.

El documento se complementa además, con información relacionada con notas finales de los estudiantes y un seguimiento de con que profesores los estudiantes obtuvieron mejores notas y porqué.

Informe de la prueba de entrada primer semestre de 2004

El departamento de ciencias básicas, como parte de sus actividades, viene implementando un plan de acción con el fin que el estudiante logre desarrollar las competencias matemáticas indispensables para un buen desempeño profesional. Este plan de acción contempla, los siguientes aspectos: la misión, visión y los elementos que la EAN en su enfoque por competencias plantea, entre ellos, sus competencias transversales, cognitivas, básicas y nucleares.

Las competencias matemáticas son asumidas aquí como manifestaciones del saber-hacer del estudiante en el contexto matemático y empresarial. Este saber-hacer implica que el estudiante ponga en juego tres aspectos que están integrados y que configuran la competencia como tal; estos se refieren al *conocimiento matemático*, a la *comunicación* y a la *situación problema*.

En este enfoque por competencias en el cual está enmarcada toda la filosofía de la EAN, es muy importante determinar los niveles de logro en las competencias matemáticas. Esto va a permitir detectar deficiencias, plantear y desarrollar actividades que permitan al estudiante obtener, en caso de que no las tenga, las competencias mínimas que se requieren para iniciar los estudios Matemáticos correspondientes a los diferentes programas académicos de pregrado que ofrece la EAN.

Ahora bien, para el departamento de Ciencias Básicas, el desarrollo del pensamiento humano juega un papel fundamental en sus objetivos. Se entiende muy bien que, cuando hablamos de pensamiento humano, del razonamiento, de la memoria, de la abstracción o, más ampliamente, de los procesos mentales debemos dirigir nuestra mirada hacia la psicología y al estudio de las funciones mentales. Para los psicólogos las preguntas: ¿Cómo piensa la gente? ¿Cómo se desarrollan los procesos del pensamiento? o ¿En qué medida la acción humana adquiere habilidades en la resolución de ciertas tareas?, constituyen la fuente de reflexión y experiencia cotidiana, de manera que el pensamiento, como una de las funciones mentales superiores, se estudia sistemática y cotidianamente en diversos escenarios.

De modo que estamos interesados por entender las razones, los procedimientos, las explicaciones, las escrituras o las formulaciones verbales que el alumno construye para responder a una tarea matemática, del mismo modo que nos ocupamos por descifrar los mecanismos mediante los cuales la cultura y el medio contribuyen en la formación del pensamiento matemático.

Por esto, se hace necesario diseñar y aplicar una prueba cuyos resultados permitan

conocer el estado de las competencias matemáticas básicas de los estudiantes que ingresan a la EAN, a fin de diseñar estrategias que serán aplicadas en su proceso de formación.

Estructura de la prueba

La prueba está organizada atendiendo al nivel de complejidad de la situación propuesta, en cuanto a requerimientos para la interpretación de la información o de los datos presentados, de las nociones o conceptos requeridos y de los procesos exigidos que puedan dar cuenta de ciertos logros respecto al desarrollo de competencias matemáticas, en lo conceptual y en lo procedimental.

El nivel de las competencias que se tiene en cuenta, en esta prueba, corresponde al A y al B, es decir, al reconocimiento de: las características básicas del lenguaje natural y del lenguaje matemático, de los elementos básicos de una situación de comunicación; además, a la distinción de códigos y a la identificación de relaciones, semejanzas y diferencias entre la representación básica y el lenguaje verbal.

A continuación, se presenta una caracterización de los niveles de logro en las competencias matemáticas establecidas para esta prueba, respecto a los referentes conceptuales que la sustentan.

Nivel A	Nivel B	Nivel C
Relaciones directas en problemas rutinarios	Relaciones directas en problemas rutinarios simples	Relaciones no directas en problemas no rutinarios
En este nivel se ubican los estudiantes que son capaces de resolver problemas rutinarios. En el enunciado de estos problemas aparece toda la información necesaria para su solución y suele, implícitamente indicar la estrategia a seguir. El estudiante no requiere reorganizar los datos ni plantear subtareas para resolverlo, sino seguir directamente las instrucciones del enunciado.	En este nivel se ubican los estudiantes que son capaces de resolver problemas no rutinarios simples. En el enunciado de estos problemas aparece toda la información necesaria para su solución, sin embargo, no se insinúa una estrategia a seguir, sino que el estudiante debe reorganizar la información para establecer un camino para resolver el problema. El estudiante no requiere establecer submetas para resolver el problema	En este nivel se ubican los estudiantes que son capaces de resolver problemas no rutinarios simples. En estos problemas no hay datos estructurados, de tal manera que permitan realizar directamente una modelación, lo que posibilita diferentes formas de abordar el problema. El estudiante debe descubrir en el enunciado relaciones no explícitas que le posibiliten establecer una estrategia para encontrar la solución. A diferencia de los niveles anteriores, el estudiante requiere establecer submetas y utilizar estrategia de distintos tópicos del conocimiento matemático.

Criterios de evaluación de la prueba

Con esta prueba de entrada se pretende observar 7 aspectos básicos para el desempeño de los estudiantes durante el ciclo:

1. Comunicación. La evaluación de la competencia que posean los estudiantes para comunicar matemáticas debe mostrar:

- Expresar ideas matemáticas: escribirlas, demostrarlas y representarlas visualmente.
- Entender, interpretar y juzgar ideas matemáticas presentadas de forma escrita y visual.

c. Utilizar vocabulario matemático, notaciones y estructuras para representar ideas, describir relaciones y gráficos.

2. Razonamiento. La evaluación de la competencia que poseen los estudiantes para razonar matemáticamente debe mostrar su capacidad para:

- Reconocer patrones.
- Formular conjeturas.
- Construir y desarrollar argumentos válidos.
- Verificar conclusiones.
- Juzgar la validez de un argumento.

- f. Analizar situaciones para hallar propiedades y estructuras comunes.

3. Conceptos. La evaluación de la competencia que tienen los estudiantes sobre conceptos matemáticos requiere:

- a. Dar nombre, verbalizar y definir conceptos
- b. Identificar y generar ejemplos válidos y no válidos.
- c. Utilizar modelos, diagramas y símbolos para representar conceptos.
- d. Pasar de un modo de representación a otro.
- e. Identificar propiedades de un concepto determinado.

4. Procedimientos. La evaluación de la competencia que poseen los estudiantes sobre procesos matemáticos se caracteriza por:

- a. Reconocer cuándo es adecuado un procedimiento.
- b. Explicar las razones para los distintos pasos del mismo.
- c. Llevar a cabo un procedimiento de forma eficaz.
- d. Reconocer los correctos y los incorrectos.

5. Resolución de problemas. La evaluación de la competencia de los estudiantes para la resolución de problemas matemáticos debe mostrar:

La cualidad de la evaluación es que se evalúa si los mecanismos para resolver las preguntas eran los adecuados, así como el dominio del estudiante de las matemáticas, más allá de si respondió bien o mal.

- a. Aplicar diversas estrategias para resolver problemas
- b. Resolver problemas
- c. Comprobar e interpretar resultados
- d. Generalizar soluciones.

6. Actitud matemática. La evaluación de la actitud matemática de los alumnos debe buscar información sobre:

- a. Su deseo de continuar hasta el final con un ejercicio.
- b. La confianza que tengan en el uso de las matemáticas para resolver problemas, comunicar ideas y razonar.
- c. El interés e inventiva al hacer matemáticas.
- d. El reconocimiento que hagan del papel que cumplen las matemáticas y el valor que tienen como herramienta. Este aspecto se analiza en la prueba escrita y también por medio de la observación directa del comportamiento de los estudiantes.

7. Orden lógico en el desarrollo y orden en la presentación. Las dos prime-

ras preguntas corresponden al nivel A y las tres últimas al nivel B.

¿Cómo se evalúa?

Para evaluar las diferentes competencias en matemáticas se planteó un cuestionario que los estudiantes respondían. La cualidad de la evaluación es que se evalúa si los mecanismos para resolver las preguntas eran los adecuados, así como el dominio del estudiante de las matemáticas, más allá de *si respondió* bien o mal.

Se trata de una prueba que evalúa capacidades y conocimientos, mas no los resultados.

Para evaluarlos se seleccionaron los siguientes criterios:

- Manejo e interpretación de símbolos.
- Manejo de enteros.
- Manejo de fraccionarios.
- Potenciación.
- Manejo adecuado de las igualdades.

- Planteamiento de ecuaciones.
- Razonamiento lógico.
- Orden y presentación.

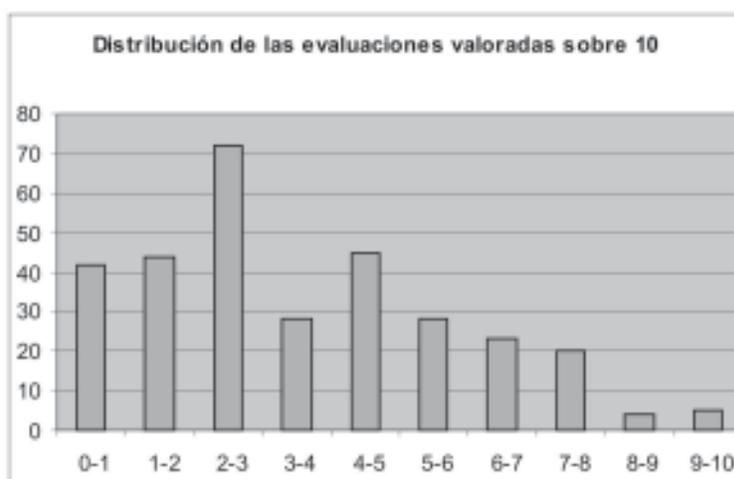
Cada uno de estos criterios se evaluó sobre todas las respuestas del estudiante.

Sobre cada criterio se realizó una evaluación que se valoró entre uno y cuatro con:

- 1 Insuficiente:** Escaso o ningún dominio del aspecto a evaluar.
- 2 Aceptable:** Conoce algunas herramientas o domina levemente el aspecto a evaluar.
- 3 Bueno:** Aplica con criterio los conocimientos que posee.
- 4 Excelente:** Aplica con criterio sus conocimientos y logra desarrollarlos en forma estructurada para obtener resultados.

Resultados globales

Quienes tienen una evaluación entre cinco y nueve pueden realizar problemas del tipo B, se considera que poseen los cono-



cimientos necesarios para ver la primera materia de matemáticas y lograr un buen desempeño.

Mientras que quienes están entre tres y cinco, pueden resolver problemas del tipo A, en los que se les indica claramente los pasos a seguir. Más que responder a las preguntas acertadamente, sólo intentaron responderlas y en el intento reflejaron algunos conocimientos ya olvidados y que con algo de esfuerzo pueden recordar y aplicar en la materia.

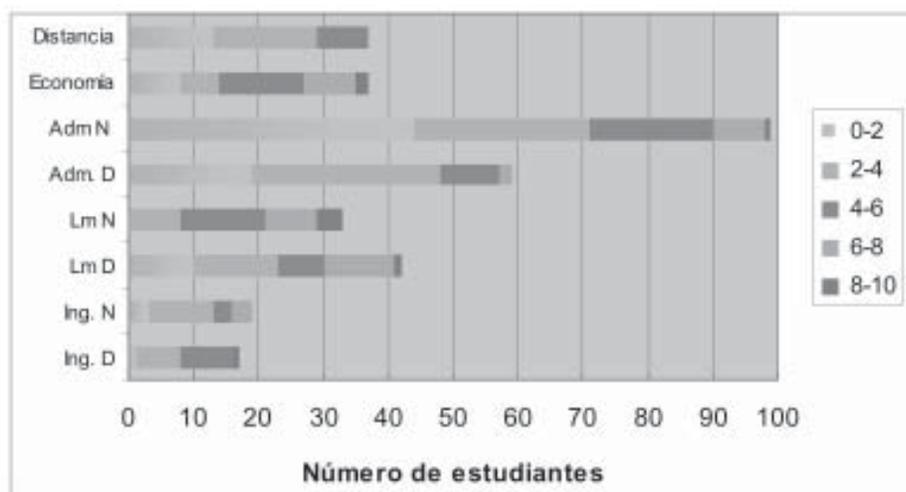
De otro lado quienes sacaron entre cero y tres, les será difícil adaptarse a las exigencias de un primer curso de matemáticas. Estos estudiantes, en especial, requieren de ayudas adicionales para acelerar su proceso de aprendizaje y evitar que queden rezagados frente a sus demás compañeros. Muestran dificultades no sólo de aptitud, sino también una mala actitud.

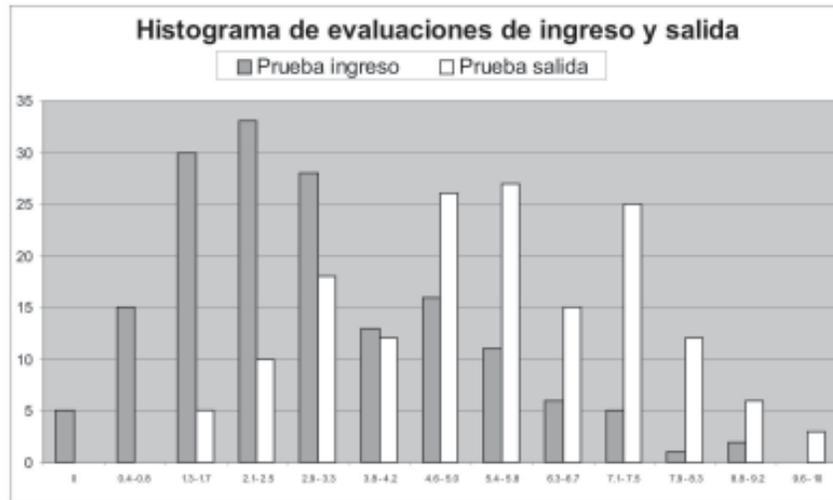
En los resultados de los estudiantes se encontró que una gran cantidad de estos (42 estudiantes) entregó la evaluación en blanco

En los resultados de los estudiantes se encontró que una gran cantidad de estos (42 estudiantes) entregó la evaluación en blanco, lo que implica que en su momento no existía la intención de resolver la prueba, falta más de actitud, que de conocimientos.

Resultados por facultades

En la gráfica se muestra con colores un histograma de las notas por facultades, seleccionando entre diurna y nocturna.





En ingeniería, el número de estudiantes con notas inferiores a cuatro es muy alto; es de esperar que un estudiante de ingeniería tiene una afinidad hacia las matemáticas.

En las demás carreras los resultados son los mismos del histograma global, con alrededor de la mitad de los estudiantes que requieren especial apoyo.

Estrategias de Apoyo

Identificados los niveles de evaluación en que quedaron los estudiantes, se propusieron las siguientes estrategias:

- *Asesoría*: Para los estudiantes que así lo hubiesen solicitado.
- *Tutoría*: Para alumnos que llevan más de cinco años sin estudiar.
- *Sábado grupal*: Clases adicionales los sábados a las que se invitaron especialmente aquellos estudiantes que presen-

taron un bajo desempeño en la prueba de entrada.

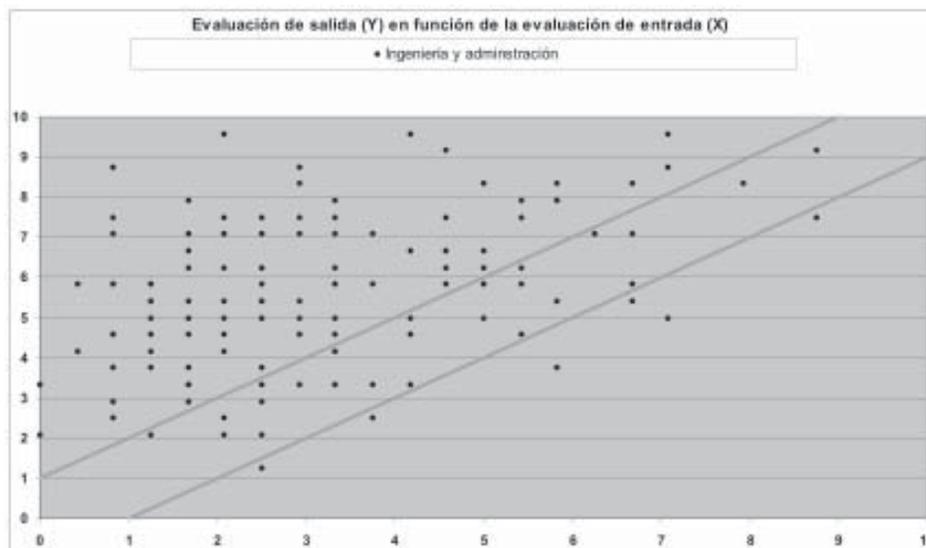
- *Clase según lo planeado en el syllabus.*

Prueba de salida

Al final de semestre se elaboró un prueba de salida, que tiene por objeto confrontar sus resultados con los de la prueba de entrada y los de las notas finales. Esta prueba solo se aplicó a estudiantes de Ingeniería y de Administración; en Lenguas Modernas no ven matemáticas, y en economía los estudiantes no ven matemáticas en el primer semestre.

Para evaluar los resultados de salida se debe tener en cuenta que la población estudiada fue sobre los estudiantes de administración e ingeniería.

En el presente histograma sólo se incluye a los estudiantes de administración e ingeniería.



Se puede apreciar un corrimiento notorio del histograma. Mientras en la prueba de entrada sólo 5 estudiantes tuvieron un desempeño superior a 7.0, en la prueba de salida fueron 46.

El gráfico (evaluación de salida en función de evaluación de entrada) muestra el comportamiento de los estudiantes; se observa un desplazamiento hacia la parte superior. Indica que el trabajo durante el semestre incidió en el mejoramiento de sus competencias matemáticas. Cada punto representa a un estudiante que presentó ambas pruebas.

Los de la franja del medio tuvieron un desempeño similar en ambas pruebas, aspecto que podría interpretarse como que el programa no incidió en sus competencias.

En esta gráfica (notas finales vs. Evaluación de entrada) pueden apreciarse también los

resultados de las estrategias de aprendizaje empleadas durante todo el semestre. Se nota, en forma evidente, que quienes tuvieron una evaluación alta en la prueba de entrada, alcanzaron una nota alta a final de semestre.

Para quienes aprobaron la materia, la densidad de los datos es uniforme entre quienes tuvieron entre cero y siete en la prueba de entrada. Esto puede ser interpretado de acuerdo con:

- Las estrategias empleadas, especialmente, para quienes tuvieron un desempeño bajo en la prueba de entrada, funcionaron.
- Algunos estudiantes no expresaron sus capacidades en la prueba de entrada.
- El diseño y valoración de la prueba de entrada no identificaron plenamente las competencias de los estudiantes. Cuando un filtro de datos no reconoce una

cualidad es porque el filtro es independiente de los datos.

Es positivo observar que las notas no presentan alguna tendencia a quedar en sesenta; presentan un comportamiento más o menos uniforme entre sesenta y cien, circunstancia que indica que existe un esfuerzo generalizado por ir más allá del mínimo.

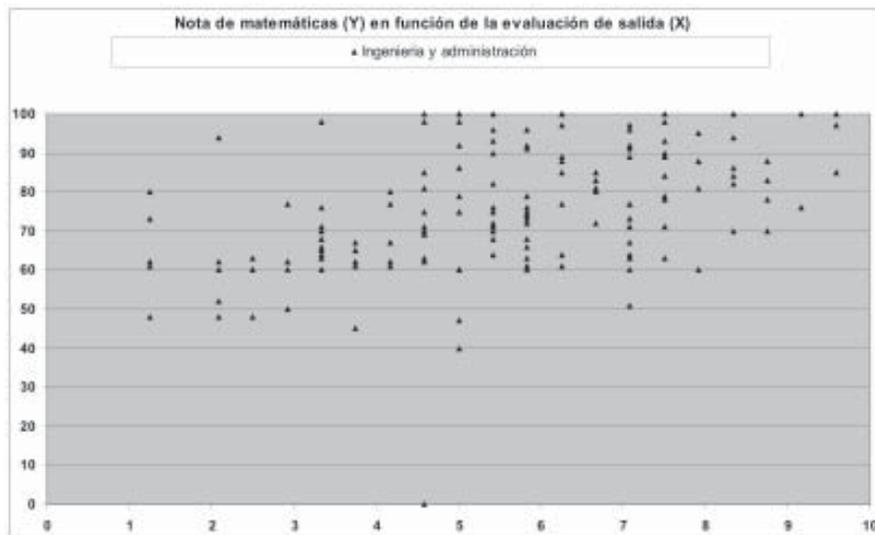
Esta gráfica corresponde a las notas en matemáticas frente a evaluación de salida, de la que se esperaba encontrar que, a mayor nota de matemáticas, se presentaría un mejor desempeño en la prueba de salida.

Esta tendencia se presenta, pero no de una forma muy marcada. Se observó una gran dispersión en los resultados porque se trata de dos evaluaciones bien diferentes; en la nota de matemáticas el profesor evalúa el desempeño de los estu-

Las estrategias empleadas, especialmente, para quienes tuvieron un desempeño bajo en la prueba de entrada, funcionaron.

diantes durante todo el semestre, mientras que la prueba de salida se realizó en menos de una hora, y fue hecha por otro docente.

Sin embargo, se puede decir que quienes tuvieron un desempeño inferior a cuatro en la evaluación de salida, y aprobaron con menos de 65, apenas lograron el mínimo necesario para aprobar la materia y pueden tener dificultades en los siguientes cursos de matemáticas.



El histograma muestra la distribución de las notas finales de matemáticas, donde se observa que las barras crecen bastante a partir de 60 que es la nota mínima para aprobar la materia.

Al mirar las distribuciones separándolas por profesor, la tendencia es un buen número de estudiantes tiene una nota entre 60-70, y van disminuyendo a medida que la nota va aumentando. El brusco crecimiento entre las notas de 90-100, en una de las columnas, se presenta para estudiantes de la jornada diurna que tuvieron mayor tiempo para estudiar y mayor disponibilidad del profesor.

Estudiantes que perdieron matemáticas

Estudiantes que finalizaron el semestre con notas inferiores a 60 sobre 100: 40.

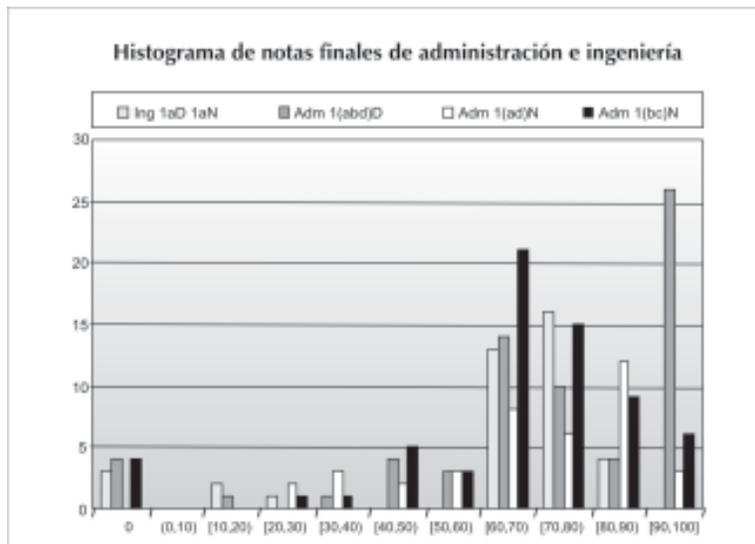
Los análisis aquí presentados corresponden solamente a estudiantes de primer semestre, con quienes se inició el Plan de Mejoramiento Continuo en Competencias Matemáticas.

Según el seguimiento se puede establecer, de los estudiantes que perdieron matemáticas, que:

11 tienen una nota de cero, es decir que nunca asistieron a clase (por lo que no se puede afirmar que perdieron ya que nunca iniciaron el curso).

17 desertaron a mitad de semestre o en el transcurso del segundo ciclo. Estos estu-





diantes presentan un buen desempeño en el primer ciclo, y cero o notas muy bajas en el segundo ciclo (se pudo verificar, el mismo comportamiento en las demás unidades de estudio).

12 estudiantes asistieron a la clase de matemáticas durante todo el semestre y no tuvieron el desempeño necesario para aprobar la materia.

Entre administración e ingeniería fueron 182 los estudiantes que asistieron a la clase de matemáticas durante todo el semestre, de los cuales 12 perdieron la materia (después de habilitaciones), es decir, el 7% de los estudiantes.

Es importante resaltar que los análisis aquí presentados corresponden solamente a estudiantes de primer semestre, con

quienes se inició el *Plan de Mejoramiento Continuo en Competencias Matemáticas*.

Conclusión

De acuerdo con la distribución del conjunto de datos observados, se puede afirmar que la curva correspondiente a la prueba de ingreso, que evidencia bajas competencias en las matemáticas básicas, se encuentra sesgada a la derecha como consecuencia de la presencia de algunos valores altos y poco usuales.

Como resultado de las metodologías desarrolladas, se logra el desplazamiento de la curva hacia puntajes a más altos que evidencian el mejoramiento de las competencias, lo que se corrobora con el comportamiento de tipo normal en la prueba de salida.