

Agrupamiento adaptativo: bases para un sistema de atención diferenciada en el aprendizaje de las matemáticas

David Macías M.
Universidad Central

Edel Serrano I.
Universidad Central

Luis F. Maldonado G.
Universidad Central

Recibido Oct. 07, 2009 Aceptado Sep. 30, 2010

Abstract

This article introduces the results of a research project focused on improving the student conditions to succeed in learning mathematics in the first college semester, and, as a consequence, diminish the probability of student attrition. We ask specifically if an adaptive system of pedagogical orientation that organizes groups of students for pedagogical support based on the state test scores at the beginning, and which are then reconfigured using the scores on the partial examinations along the semester improves the student achievement and retention. A review of previous research on student dropout is conducted, and a system of focalized student assesment is validated. Student attention is based on the student performance level, evaluated according to the following criteria: at the entrance based on the education national test - ICFES - for the first 30% of the semester; in the second 30%, based on the first course examination; and for the final 40%, on the second course examination. Data are analyzed using the multi regression statistical model. The conclusions show that this strategy has significant and positive effects to promote learning capacities as well as to diminish the student dropouts. This is a different alternative to handle the diversity of student entrance conditions in relation to the leveling approach more frequently used but with negative effects con the learning self efficacy concept.

Keywords: Strategy to diminishing student attrition, focalized student assesment, adaptative student assesment, mathematics learning, mathematics learning student assesment, learning difficulties assesment.

MSC(2000): Primary: 97C30, Secondary: 97C80

Resumen

Se presenta una investigación orientada a mejorar las condiciones de los estudiantes que entran a primer semestre de universidad para que tengan éxito en el aprendizaje de las matemáticas y, de esta manera, disminuir la deserción estudiantil. Específicamente se pregunta si la adopción de un sistema adaptativo de orientación pedagógica consistente en organizar grupos de atención de estudiantes a partir de rendimiento en pruebas de estado y que se ajustan con base en el rendimiento en las evaluaciones que se practican en el semestre, incide positivamente en el mejoramiento académico de los estudiantes. Se hace una revisión de estudios previos sobre deserción y se valida un sistema de atención focalizada a estudiantes, que se organizan según sus puntajes en pruebas de estado - ICFES-, luego se ajustan con base en el rendimiento en el primer 30% del desarrollo del curso, - primer examen parcial - y, en el último tercio del semestre, se vuelve a ajustar con base en el segundo examen parcial. Los resultados se analizan usando el modelo de análisis de regresión múltiple. Los resultados muestran que esta estrategia tiene efectos muy significativos en la promoción del rendimiento académico de los estudiantes y en la deserción misma. Esta es una alternativa diferente para enfrentar la diversidad de condiciones de entrada de los alumnos de matemáticas, frente a la estrategia de nivelación, de uso mucho más frecuente, pero con efectos negativos sobre el concepto de autoeficacia en el aprendizaje.

Palabras y frases claves: Estrategias para disminuir la deserción estudiantil, atención focalizada de estudiantes universitarios, aprendizaje de la matemática, asesoría en aprendizaje de la matemática, atención a dificultades de aprendizaje

1 Introducción

El aprendizaje de las matemáticas constituye un reto en los diferentes escenarios educativos en los cuales se estudia esta disciplina. En el caso de los programas de ingeniería este tema es crucial, por una parte, porque se requiere para el estudio, desarrollo y aplicación de las disciplinas de su currículum y, por otra, porque el nivel de éxito en matemática es uno de los factores que inciden en la retención o su contrario, la deserción.

El interés de este trabajo es el de disminuir la pérdida de asignatura y mejorar el rendimiento en matemática a partir de la validación de criterios para orientar atención diferenciada a los estudiantes que adelantan cursos de matemáticas en los primeros semestres de la universidad. De esta manera se contrarresta uno de los factores que la literatura muestra como causal de la deserción estudiantil.

2 Antecedentes: la explicación de la deserción estudiantil

En el estudio de la deserción se usan términos que muestran diferentes perspectivas. Persistencia y retención, rendimiento académico, éxito académico, graduación o éxito académico, en una visión positiva; falla o ausencia de clases, sesiones o actividades académicas, pérdida de evaluación, pérdida de curso, retiro o cancelación de curso, retiro de programa, retiro de la universidad, en la visión negativa. El uso de logro de competencias o habilidades aparece asociado con un énfasis en la dimensión teleológica específica del proceso. Por tanto, convergen enfoques que se diferencian en la unidad de análisis - de micro a macro -, la especificidad del resultado de procesos, o el énfasis en la dimensión positiva del logro o en los resultados no alcanzados. La mayoría de los estudios toman como referencia los objetivos de las instituciones o los programas y otros, el logro de los objetivos del estudiante. Estos dos conjuntos de objetivos pueden o no coincidir.

La revista Nature en 1994 informaba de un debate entre las universidades del Reino Unido sobre la deserción universitaria que afectaba especialmente a los estudiantes de ciencias, ingeniería y tecnología. 1 de cada 5 estudiantes que ingresaba se retiraba y el promedio de deserción lo ubicaba en el 13%. El American College Testing en 1999, documentaba que sólo un 52% de estudiantes en programas de cuatro años se graduaba en Estados Unidos.

Cassell (2003) señala que 4 de cada 5 arrestos policiales involucran uso de alcohol y drogas. La mitad de los prisioneros en las cárceles de USA son desertores del sistema educativo. El estudio señala que es importante identificar mediante instrumentos apropiados los factores de desarrollo personal y desarrollar estrategias para prevenir la deserción, antes de que el alcohol, el cigarrillo y las drogas destruyan la capacidad productiva.

Porter (2003) estudia la transferencia como una modalidad de deserción. El esquema de decisiones para el estudiante que se retira de una universidad tiene tres opciones: continuar su educación en la universidad donde está matriculado, hacer transferencia a otra universidad que cumpla mejor sus expectativas o reti-

rarse de estudiar, al menos por un tiempo, y tal vez vincularse al mercado laboral. En la universidad de Maryland, USA, en 1997, el 13 % se retiró y de esos el 40 % hizo transferencia a otra universidad. Algunos de ellos escogieron programas de menos duración para transferirse. El fenómeno es difícil de estudiar a nivel general por la dificultad de conseguir datos confiables. Los cuestionarios usados por las universidades para registrar a quienes se retiran, las encuestas a personas que se retiran o que se pueden retirar y encuestas a familiares se usan de manera complementaria para generar una valoración aproximada del fenómeno.

Spady (1970) en uno de los primeros estudios, interpreta la deserción a la luz de los trabajos de Durheim (1951) que expresa que las tendencias suicidas aumentan en personas que no se integran al sistema social en el que viven. Inicialmente su modelo incluyó las siguientes variables: calificaciones obtenidas, desarrollo intelectual, congruencia con las normas y apoyo de los amigos, que luego diferencia entre amistad de apoyo e integración social.

La teoría de Tinto (1975) continúa en una línea similar a la de Spady y sostiene que la deserción y su contraparte, la perseverancia en los estudios universitarios se explica por la interacción de habilidades académicas con factores de integración social. Los antecedentes de los estudiantes condicionan el nivel de integración tanto al sistema académico como social de la institución. La forma como se integre a la dinámica académica y social determina su decisión de permanecer o retirarse de la institución. Esta teoría ha sido validada por estudios posteriores.

Bean y Metzner (1985) tomando como referencia estudiantes no tradicionales, incluye las siguientes variables en su modelo: rendimiento académico - medido por calificaciones -, rendimiento académico en el bachillerato y objetivos educativos, y variables del medio ambiente. Un medio ambiente favorable aminora el efecto del rendimiento académico. También introduce dos categorías de resultados: los resultados académicos en términos de notas y los resultados psicológicos. Los segundos pueden aminorar los efectos negativos de los primeros.

Cabrera, Albert F; Nora, Amaury; et al (1992) desarrollan un estudio para contrastar el nivel explicativo de cada modelo y concluye que las aproximaciones de los dos modelos al integrarse adquieren un mayor valor predictivo. Esto significa que las teorías explicativas de la deserción son más exitosas si integran variables del mundo académico con variables del entorno de la familia y el contexto social al cual pertenece el estudiante. Sugieren que el desarrollo de sistemas para monitorear estas variables, muestra especial potencial.

Sagy (2000) explica la deserción de estudiantes emigrantes a partir de su percepción del entorno como comprensible, manejable y significativo. Esta percepción afecta el bienestar, la salud y el nivel de stress. Este estudio presenta estadísticas de retiro en el primer año de carrera entre el 9 y el 12 % en universidades rusas y del 19 al 25 % para estudiantes inmigrantes. Integra en un modelo de análisis discriminante las siguientes variables tomadas del modelo de Tinto: 1. Antecedentes (género, edad, sentido de coherencia, raza, educación de los padres, puntajes en exámenes sicométricos); 2. Objetivos iniciales; 3. Integración

académica; 4. Integración social; 5. Objetivos recientes. Los resultados muestran que el principal factor que influye en la decisión de permanecer o retirarse de los estudiantes es la integración académica. Para los inmigrantes, si el ambiente se torna significativo y coherente con sus objetivos, su posibilidad de permanecer es mejor.

Los estudios de deserción en las universidades han estado motivados, por la pérdida de ingresos asociada a la deserción, (Summers, 2003). Algunos estudiantes buscan objetivos diferentes al de graduarse, como el de tomar cursos que les faciliten una transferencia.

Tello (2007) estudia la frecuencia de interacciones instruccionales, el método de interacción instruccional, las actitudes frente a las interacciones y su experiencia con el trabajo en línea en relación con la deserción de los estudiantes. La revisión de literatura muestra que en la medida que se avanza en la carrera se incrementan las interacciones con el cuerpo académico de la universidad. En educación en línea, la frecuencia y calidad del feedback influyen positivamente la satisfacción por el aprendizaje. La interacción profesor-estudiante y estudiante - estudiante se relacionan positivamente con las calificaciones de carrera.

El estudio muestra que cuando la interacción entre profesor - alumno se incrementa, también se incrementa la interacción estudiante-estudiante, sobre temas de la asignatura ($r=0.68$, $p < 0,001$). También encuentra que hay una fuerte correlación entre tasas de permanencia en los cursos y frecuencia de contribuciones en las discusiones del curso. Las discusiones sincrónicas y los encuentros presenciales están positivamente valorados por los estudiantes. Los sistemas “blended learning” son mejor valorados por los estudiantes.

Aldosary y Garba (1999) a partir de la aplicación de una encuesta en una universidad de Sudarabia encuentra que el nivel de éxito académico es el principal factor que influye la decisión de permanecer o retirarse de la actividad académica.

Mashburn (2000) construye un modelo para explicar la deserción a partir del nivel de conciencia de las insatisfacciones del estudiante frente al programa en el cual se encuentra matriculado. Según este estudio, a mayor nivel de conciencia, las posibilidades de retiro son mayores.

Ishitani y Desjardins (2000), a partir de un estudio longitudinal valida algunos hallazgos también documentados en otros estudios. Los estudiantes que disponen de apoyo económico sostenido desertan menos que los que no lo tienen; una ayuda económica mayor se relaciona con menor ayuda. Su revisión de literatura muestra que un status socioeconómico mayor se asocia con menor probabilidad de deserción; las mujeres, en promedio persisten más en sus estudios que los hombres. Un nivel alto de estudios de los padres se relaciona con menor deserción de sus hijos. A mayor nivel de aspiraciones del estudiante, menor deserción. El mejor nivel de desempeño en pruebas estandarizadas antes del ingreso a la universidad se relaciona con menor deserción. En Estados Unidos, las universidades privadas muestran mayor retención. El trabajo remunerado en actividades académicas, - formas de monitorías - reduce la deserción. Quienes combinan trabajo de tiempo

parcial con estudio persisten más que quienes trabajan tiempo completo y estudian. Los estudiantes en universidades pequeñas tienden a desertar más que en universidades grandes.

Mangum; Baugher; Winch; Varanelli (2005), mediante un estudio longitudinal en 4 semestres, encuentra tres variables críticas a tener en cuenta para prevenir la deserción: el nivel de pruebas de estado de los estudiantes, las evaluaciones practicadas por los profesores y las expectativas de los estudiantes tanto referidas a la carrera como a la profesión.

McGaha, V.; Fitzpatrick, J. (2005), encuentran que los estudiantes que no se integran a los grupos de estudiantes tienen mayor probabilidad de desertar, y que los estudiantes muy populares corren el riesgo de empeñarse en actividades sociales que compiten con las actividades académicas y pueden caer en riesgo de ser desertores.

Guarino, A.J.; Hocevar, D. (2005) estudian la relación entre el locus de control y la deserción y encuentra que, si bien los externamente orientados, tienden a desertar más, la relación no alcanza a ser significativa. Encuentra que el tipo de integración social, es mejor predictor. Estudios sobre liderazgo académico podrían ampliar la comprensión de la dinámica de integración social.

Podemos concluir, como resultado de esta revisión sobre la deserción, que los resultados académicos son un factor de especial influencia en la decisión de continuar en el programa académico que cursan, que los resultados en pruebas de estado son predictor de éxito, que la frecuencia de interacciones de los estudiantes con sus profesores son factor de adaptación positiva al ambiente académico y que ésta es una condición de permanencia exitosa. En consecuencia también podemos afirmar como hipótesis fundamentada que los resultados en prueba de estado pueden ser un punto de partida para orientar la frecuencia de interacciones pedagógicas, de tal manera que podamos incrementarlas en proporción inversa a los puntajes como estrategia para incrementar la adaptación académica y el éxito de los estudiantes.

3 El concepto de nivelación y su contexto pedagógico

Cuando se miran las estadísticas del rendimiento previo en matemáticas, por medio del examen del ICFES, se encuentra una distribución que tiende a tomar la forma de una curva de distribución normal. La figura 1 muestra los resultados en matemáticas obtenidos por los estudiantes que ingresaron a primer semestre a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central. La curva muestra la distribución normal de los datos.

La distribución de la curva muestra las condiciones de preparación con que llegan los estudiantes a tomar las clases universitarias. El hecho que los puntajes en pruebas de ICFES sea un predictor significativo del rendimiento de los estudiantes en los cursos iniciales de matemáticas en la universidad, como se señala en este mismo trabajo, prueba que los resultados en prueba de ICFES muestran condi-

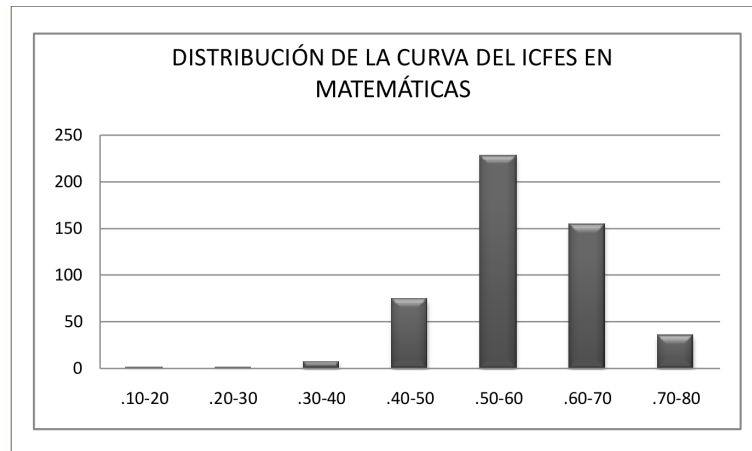


Figura 1: Distribución de puntajes en matemáticas de 448 estudiantes que entraron a primer semestre de ingeniería en la Universidad Central, Semestre 1, 2008

ciones de entrada fuertemente vinculadas con el aprendizaje de las matemáticas. Una estrategia pedagógica orientada a garantizar la permanencia y el éxito en el aprendizaje universitario, tiene forzosamente que buscar alternativas eficientes para orientar a los estudiantes en estas condiciones.

En una condición de clase presencial convencional, donde el profesor dirige grupos - por ejemplo, de 35 alumnos - , es muy probable que quienes se ubican en las desviaciones superiores saquen más provecho de las explicaciones del profesor que quienes se ubican en las desviaciones inferiores. A esto se agrega que las personas que menos saben o quienes han logrado un aprendizaje inferior son las que menos participan, lográndose una comunicación muy baja.

Una alternativa propuesta con alguna frecuencia busca nivelar a los estudiantes de tal manera que las condiciones esperadas en los estudiantes se den igualmente para todos. En términos estadísticos, el rendimiento en una prueba de entrada se concentraría en un valor específico, por ejemplo, el valor de la primera o segunda desviación por encima de la media. Esta solución encuentra una dificultad intrínseca: si el procedimiento de enseñanza se basa en el tratamiento del grupo como unidad de referencia, es muy probable que los resultados sigan distribuyéndose de manera normal y siempre quede una fracción del grupo de estudiantes que no alcance el nivel deseado y continúen en riesgo de fracaso académico.

Hall y Ponton (2005) encuentran que los estudiantes de matemáticas que hacen cursos remediales o de nivelación desarrollan un concepto de baja autoeficacia que dificulta su aprendizaje. La percepción de autoeficacia (Bandura, 1997) es función del desempeño, la persuasión verbal, el aprendizaje vicario, y las reacciones fisiológicas y afectivas. La percepción de autoeficacia actúa como mecanismo anticipatorio del éxito en nuevas experiencias de aprendizaje. Si esta percepción

es positiva, actúa como motivador para invertir esfuerzo; si es negativa, desestimula el esfuerzo. Esta explicación se apoya en los resultados que muestran una correlación positiva entre los juicios anticipatorios de éxito en los cursos posteriores. La experiencia exitosa previa es el factor que más influye en el concepto de autoeficacia. Los estudiantes avanzados trabajan de manera diferente a los menos avanzados; el aprendizaje de dominio de tópicos específicos es una forma eficiente de lograr consolidar concepto positivo de auto-eficacia.

Por otra parte, la investigación da base para dudar de la conveniencia de los grupos homogéneos en el aprendizaje. En la vida universitaria los estudiantes están en comunicación frecuente sobre sus tareas académicas. En una comparación de grupos de estudiantes homogéneos con grupos heterogéneos se encontró que los grupos heterogéneos rinden significativamente más que los grupos homogéneos en la asignatura de lógica matemática (Maldonado, et al., 2009).

En la investigación pedagógica el fenómeno de la distribución normal del aprendizaje fue criticado por Snow (1980) en términos de que si se hace correlación entre el IQ al entrar a la universidad y el IQ al salir, la correlación es muy alta. La labor pedagógica no estaría teniendo influencia en este sentido - Esta situación confirma el hecho que si Intercept los profesores no implementan estrategias para una atención diferenciada en los aprendices, como resultado se tiene el incremento de la brecha diferenciadora entre estos.

La corriente de pensamiento denominada de educación de dominio intenta un acercamiento ante el fenómeno postulando un sistema en el cual cada estudiante es atendido de acuerdo a sus condiciones individuales con el supuesto de que una persona normal, si dispone de los recursos requeridos y dispone del tiempo necesario puede lograr el dominio completo de los objetivos de aprendizaje propuesto. El sistema propuesto es el sistema tutorial en el que hay una interacción personalizada con un tutor (Bloom, 1984).

El movimiento de educación personalizada a nivel superior generó un estilo de interacción basado en la participación de monitores que eran estudiantes más avanzados de un curso, que actuaban como entrevistadores de sus compañeros. El estudiante debía demostrar en entrevista que había alcanzado los objetivos de aprendizaje de cada unidad. Si el estudiante no lograba probar el dominio de estos objetivos, recibía feedback y podía regresar a estudiar y tomar tantas entrevistas como fuera necesario (Keller, 1968). El Sistema de Educación Personalizada ha sido uno de los más exitosos que se conocen en la historia de la pedagogía universitaria (Kulik y Kulik, 1979).

En conclusión, la revisión de literatura muestra que las diferencias entre los estudiantes son inherentes a la naturaleza de los grupos; que si se desarrollan estrategias para trabajar pedagógicamente con las diferencias, los resultados son positivos; que los cursos de nivelación tienden a disminuir el concepto de autoeficacia, el cual se puede mejorar si hay estrategias para mejorar la interacción pedagógica de los estudiantes de menos rendimiento, que tiene como una de sus características su baja participación.

4 Metodología

En la investigación que nos ocupa nos propusimos validar dos criterios de evaluación de las condiciones de entrada de los estudiantes para organizar una atención diferenciada de los mismos. Los dos criterios tomados fueron resultados en la prueba de estado al terminar el bachillerato - prueba ICFES- y el resultado en una prueba de entrada elaborada por los profesores del departamento de matemáticas de la universidad. Los resultados en las dos pruebas se postularon como indicadores de condiciones de riesgo de éxito o fracaso en el rendimiento académico. En consecuencia nos propusimos focalizar la atención pedagógica de acuerdo a estos factores de riesgo identificados en los estudiantes.

Los estudiantes de primer semestre que tomaron la asignatura de matemática básica se organizaron cruzando los dos criterios como se puede observar en la Tabla 1. y se programó un taller semanal para los estudiantes que tienen mayores dificultades.

Clasificación de la población según examen ICFES y Prueba de Entrada			
CRITERIOS PARA LA CATEGORIZACIÓN			
# Estudiantes clasificación examen	INDICADORES DE ENTRADA		RESULTADOS TOTALES
	ICFES (sobre 80 puntos)	PRUEBA DE ENTRADA (Sobre 10 puntos)	
Bueno	$P \geq 42$	$P \geq 6$	156
Aceptable	$P > 42$	$P < 6$	224
	$P < 42$	$P > 6$	
Deficiente	$P < 42$	$P < 6$	98
Total			478

Tabla 1: Caracterización académica inicial de los estudiantes

Para el límite de la prueba de ICFES se toma la media de los resultados de los estudiantes de la Universidad y para el límite de la prueba de entrada se toma una aprobación sobre el 60 %.

La aplicación de este criterio dio como resultado 98 estudiantes en riesgo académico y constituyeron el foco de atención diferenciada. El grupo de riesgo corresponde a los estudiantes que obtuvieron una valoración de bajo en cada uno de los criterios, prueba ICFES y prueba de entrada.

4.1 Atención diferenciada

La atención diferenciada propuesta por el departamento de Matemáticas de la Universidad se realiza a partir de los siguientes criterios: Identificación del grupo crítico a partir de los criterios planteados; identificación del tipo de falencia en el espacio denominado de acompañamiento; con la asesoría del docente de acompañamiento el estudiante genera las estrategias para suplir o corregir las falencias encontradas.

El estudiante cuenta con cuatro espacios proporcionados por la Universidad para la generación de las estrategias de refuerzo: el mismo espacio denominado de acompañamiento que se caracteriza por el trabajo realizado con base en el ritmo y las necesidades del estudiante; los talleres temáticos programados semanalmente en donde la asistencia es voluntaria o sugerida por el docente; y el espacio de tutoría programada por horario y dirigida por los profesores del departamento.

Total Estudiantes en riesgo	Notas superiores a 3,5	Aprobados con nota inferior a 3,5	Reprobados	Desertaron
98	14	54	24	6
100 %	14,28	55,10	24,5	6,12

Tabla 2. Rendimiento de los estudiantes de la categoría deficiente al combinar rendimiento en Prueba ICFES y Prueba de Entrada.

Los estudiantes identificados desde el inicio del semestre como población en riesgo académico, o deserción, fueron objeto de atención durante el desarrollo de las actividades del primer semestre.

La tabla 2 muestra el resultado de esta atención. La estrategia muestra una efectividad del 69,38 % en rendimiento satisfactorio y el 14,28 de los estudiantes logra colocarse en un rendimiento superior. Si bien este logro es importante, aún queda un 30,6 % que está en dificultades. Este porcentaje incluye dos componentes: la reprobación o calificación de desaprobado y el retiro del curso.

4.2 Caracterización social de los estudiantes

La caracterización académica es complementada con una caracterización social de los estudiantes que se hizo con base en una encuesta diseñada para este propósito y aplicada en cada curso por los investigadores. La Tabla 3 muestra los resultados de esta encuesta.

	Género		Tipo de Colegio		Año de terminación secundaria		Jornada			Trabaja		Tiempo destinado al estudio (Horas)		Vive con familiares	
	F	M	O	P	1990 a 2000	2001 a 2007	D	N	M	SI	NO	$t \geq 6$	$t < 6$	SI	NO
# Estudiantes	123	307	191	224	53	377	210	216	4	224	206	201	229	425	5
%	29	71	45	53	12,3	87,7	48,9	50,2	0,9	52,1	47,9	46,7	53,3	99	1

Tabla 3. Caracterización social de los estudiantes (Primer semestre de 2008)

Los estudiantes que tomaron el curso de matemática básica fueron predominantemente hombres. Proviene de colegios privados (P) en una pequeña mayoría.

Terminaron sus estudios de bachillerato recientemente (después del año 2001). El porcentaje que estudia de día es muy similar al que estudia por la noche. El porcentaje de los que trabaja es muy similar al de los que no trabajan. Cerca de la mitad de los estudiantes dedican más de seis horas diarias al estudio. Casi la totalidad de ellos viven con sus familiares.

4.3 La evolución del rendimiento académico general a lo largo del semestre

La Tabla 4 muestra la evolución del rendimiento académico de los estudiantes. El rendimiento académico en las evaluaciones aplicadas en los dos primeros tercios del semestre es muy similar y es muy superior en los resultados finales. En contraste la deserción es mayor en el segundo tercio del semestre, duplicando la del primer tercio y es la mínima en la última parte del semestre.

El retiro voluntario hasta la primera evaluación refleja la valoración de riesgo subjetiva por parte del estudiante a partir de la experiencia en los escenarios pedagógicos y se refleja en el 5 % de deserción del curso. Los resultados en la primera evaluación aparecen asociados con una evaluación de riesgo más crítica que la experiencia inicial y aparece vinculada a un 11.4 % de deserción. Por otra parte, al parecer los estudiantes que logran permanecer hasta la segunda evaluación están dispuestos a invertir sus esfuerzos a fondo, de tal manera que mejoran los resultados finales. La reprobación es una función que desciende gradualmente en la medida que avanza el semestre, fenómeno atribuible tanto a la evaluación de riesgo como al tipo de atención diferenciada que se ofreció en el programa.

	Aprobaron		Reprobaron		Desertaron		Asistencia permanente al taller	Asistencia permanente al acompañamiento
	#	%	#	%	#	%		
Al 30 %	345	51,1 %	296	43,9 %	34	5,0 %	108	214
Al 60 %	351	52,0 %	213	31,6 %	77	11,4 %		
Al 100 %	378	75,4 %	185	15,4 %	1	0,1 %	28,57 %	56,61 %

Tabla 4. Resultados académicos de toda la población durante el semestre

En paralelo se puede observar que el porcentaje de aprobación de las evaluaciones es similar hasta la segunda evaluación y se incrementa en el último tercio del semestre. Estos datos permitirían postular un efecto de adaptación al sistema y que este proceso se desarrolla de manera lenta y sugiere la necesidad de asistencia pedagógica especial en la primera etapa del semestre.

5 Primera evaluación parcial de resultados

5.1 Distribución de la deserción a lo largo del semestre

Los datos obtenidos del primer semestre de 2008, en la condición de consolidación del sistema, muestran una deserción general de 16.5 %. En términos de evolución de la deserción general, 30 % se retira antes de la primera evaluación, 69,1 % entre la primera y la segunda y el 0,6 % después de la segunda evaluación. La primera evaluación tiene especial influencia en la decisión de permanecer en el curso o retirarse de él. Estos datos muestran que la atención al estudiante en estas dos etapas es fundamental para lograr el propósito de disminuir la deserción estudiantil.

5.2 Pruebas ICFES y de entrada como criterios de agrupamiento

Con el propósito de evaluar el valor de las dos pruebas: ICFES y de entrada aplicada por el Departamento de Matemáticas, como criterios de agrupamiento de estudiantes para atención diferenciada, usamos el modelo de regresión. Los datos en cada una de estas pruebas se toman como variables independientes o predictores del rendimiento en cada período - variable dependiente -

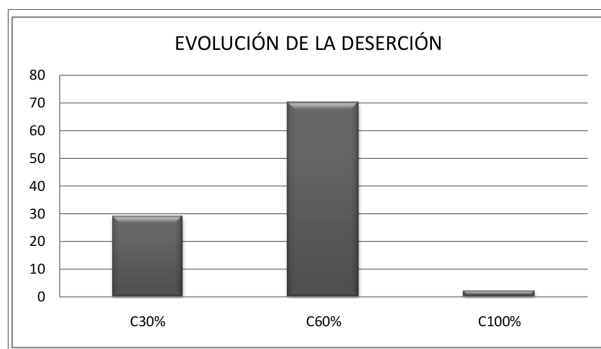


Figura 2: Evolución de la deserción del curso de Matemática Básica en el primer semestre de 2008, hasta el 30 %, el 60 % y el 100 % del desarrollo del curso

Regression Summary for Dependent Variable: Desercio						
	BETA	ST. ERR.	B	ST. ERR.	t_106_	p_Level
Intercept			0.655177	0.217046	3.01861	0.003181
ICFES	0.197898	0.095154	0.009328	0.004485	2.07978	0.039958
ENTRADA	0.068093	0.095154	0.002925	0.004088	0.71561	0.475805

Tabla 5. Análisis de regresión de pruebas ICFES y de Entrada sobre el rendimiento académico en el primer período del semestre con 109 estudiantes

La Tabla 5 muestra el resultado del análisis de regresión de las pruebas ICFES y de Entrada sobre el rendimiento académico en el primer período del semestre (30%). Los resultados en prueba ICFES tienen valor como predictor del éxito académico (el valor t es de 2.07978, significativo con un valor p de 0.039958). No así, los resultados en la evaluación de entrada. Adicionalmente, el análisis de regresión con 374 estudiantes en el primer semestre de 2008 indica que el resultado en Prueba ICFES es predictor significativo del rendimiento académico final en el curso de Matemática Básica, $F(1,372) = 13,4, p < 0,00029$, y muestra que es predictor de la deserción, $F(1,455) = 10,275, p < 0,00114$.

En términos cualitativos, con base en esta información podemos afirmar que los estudiantes con mejores resultados en pruebas ICFES tienen más probabilidad de obtener buenos resultados en la evaluación final del primer curso y menos probabilidad de desertar de este mismo curso.

5.3 Relación entre pruebas ICFES, primera y segunda evaluación y retiro del curso

El siguiente análisis toma la prueba ICFES y los resultados de la primera y segunda evaluación sobre la deserción final del curso. La Tabla 6 muestra los resultados del análisis de regresión.

Regression Summary for Dependent Variable: Desercio						
	BETA	ST. ERR.	B	ST. ERR.	t_431	p_Level
Intercept			0.643407	0.101616	6.33176	0.000000
ICFES	-0.049510	0.046693	-0.002180	0.002056	-1.06034	0.289586
NOTA1	-0.325936	0.046745	-0.130025	0.018648	-6.97266	0.000000
NOTA2	-0.021602	0.045377	-0.001628	0.003419	-0.47606	0.634274

Tabla 6. La deserción en función de los resultados en prueba ICFES, primero y segundo examen parcial

Cuando se integran en el modelo de regresión la Prueba ICFES, el primero y el segundo parcial sobre la deserción como variable dependiente (Tabla 4), es el primer examen parcial el que tiene el mayor efecto como predictor. La segunda evaluación tiene un peso relativamente bajo. Quienes obtienen puntajes bajos en la primera evaluación tienen una probabilidad alta de retirarse del curso. En consecuencia el tratamiento de los resultados de la primera evaluación es de especial importancia en una estrategia de disminución de la deserción.

La prueba ICFES es un fuerte predictor del rendimiento académico en la primera evaluación ($R = 0,23, p < 0,000001, N = 446$). En estas condiciones el ICFES da información de especial utilidad para organizar los grupos de atención especial. Los agrupamientos propuestos, no son efectivos, por cuanto la prueba de entrada no es predictor del rendimiento en la primera evaluación.

5.4 ICFES y evaluaciones parciales como criterios para orientar un sistema adaptativo de atención a los estudiantes

La Tabla 6 muestra los resultados del modelo de regresión tomando como predictores los resultados en prueba ICFES y Primera Evaluación y como variable dependiente los resultados en la segunda evaluación. En este caso el valor predictivo de la primera evaluación es muy alto comparado con el de la Prueba ICFES.

Regression Summary for Dependent Variable: NOTA2						
	BETA	ST. ERR.	B	ST. ERR.	t_61_	p_Level
Intercpt			1.746614	0.638014	2.737579	0.008099
NOTA1	0.375723	0.134118	0.440737	0.157325	2.801436	0.006808
ICFES	-0.033982	0.134118	-0.003564	0.014065	-0.253371	0.800834

Tabla 7. Primera evaluación y prueba ICFES como predictores del rendimiento en el segundo examen parcial

Estos resultados muestran que el sistema es altamente dinámico y que se requiere un sistema capaz de adaptarse a estos cambios, si se desea optimizar el sistema. En consecuencia, el agrupamiento de estudiantes debe actualizarse con los resultados en la primera evaluación, para obtener mejores resultados en la segunda.

La Tabla 7 replica estos resultados al tomar como variable dependiente los resultados en la tercera evaluación y como predictores la primera y segunda evaluaciones.

Regression Summary for Dependent Variable: Nota 3						
	BETA	ST. ERR.	B	ST. ERR.	t_535_	p_Level
Intercpt			1.121742	0.170517	6.57847	0.000000
NOTA1	0.106555	0.039951	0.125684	0.047124	2.66711	0.007882
NOTA2	0.445963	0.039951	0.507536	0.045467	11.16266	0.000000

Tabla 8. Relación entre los resultados en las dos primeras evaluaciones y la tercera evaluación. N= 535

Al hacer el examen de la relación de las dos primeras evaluaciones, con respecto a los resultados en la tercera evaluación, la regresión nos muestra una relación significativa. Pero la relación entre la segunda y tercera evaluación es más fuerte. La evaluación más reciente tiene una mayor fuerza predictiva. Este resultado muestra una tendencia en la dinámica del sistema a favor de la estrategia de actualizar los agrupamientos de estudiantes para atención diferenciada con base en la última evaluación realizada.

Conclusión del análisis estadístico. Se justifica estadísticamente la estrategia siguiente: a. Agrupar a los estudiantes antes de iniciar el primer curso de matemática en la Universidad con base en las pruebas ICFES y ofrecer atención diferenciada a los estudiantes con especial seguimiento a los de más bajo puntaje; b. Actualizar los grupos de atención diferenciada con base en la primera evaluación parcial; c. Actualizar nuevamente la agrupación de atención diferencial con base en los resultados de la segunda evaluación; d. Tomar los datos del rendimiento final en el curso inmediatamente anterior de matemática para hacer los agrupamientos de atención diferenciada en el siguiente curso y actualizar los agrupamientos con la misma lógica del primer curso.

6 Agrupamiento adaptativo para atención diferencial

El modelo de agrupamiento adaptativo para atención diferencial se validó durante el segundo semestre del año 2008. Para su validación tomamos dos cursos que en la universidad se desarrollan en secuencia: Matemática Básica y Calculo Diferencial.

La Tabla 9 muestra el orden de estos factores - Prueba ICFES, Primera y Segunda Evaluación sobre el resultado final de la asignatura de matemática Básica. El valor $F(3,402)=747.60$, $p < 0,0000$ muestra que el modelo tiene una excelente capacidad explicativa de los resultados. El valor Beta y B muestra el peso relativo de cada factor, y el valor t con 402 casos válidos y su nivel de significación muestran el valor explicativo de cada factor.

Regression Summary for Dependent Variable: NOTADEFI						
	BETA	ST. ERR.	B	ST. ERR.	t_402_	p_Level
Intercept			0.164223	0.136746	1.20093	0.230485
ICFESMAT	-0.031261	0.019469	-0.004019	0.002503	-1.60569	0.109127
NOTA30	-0.173839	0.036268	-0.191032	0.039855	-4.79315	0.000002
NOTA60	1.060968	0.036292	1.161012	0.039714	29.23449	0.000000

Tabla 9. Modelo que toma como predictores los resultados en prueba ICFES, primera y segunda evaluaciones y como variable dependiente los resultados finales del curso

Los resultados observados a través del modelo de regresión, por una parte, replican los resultados analizados en el primer semestre en la asignatura de Matemática Básica, y por otra, validan el modelo sugerido de agrupamiento adaptativo.

La Tabla 10 muestra el valor predictivo de las calificaciones finales del curso de Matemática Básica como variable independiente y de las calificaciones en el primer parcial de Cálculo Diferencial como variable dependiente. El valor $F(1,222)=25.763$ $p < 0,00000$ muestra un valor explicativo muy alto del modelo y la relación $t(222)=5.07$ tiene una probabilidad de error muy cercano a cero

($p=0.00001$). En consecuencia, podemos afirmar que las notas de final del curso de Matemáticas Básicas son un buen criterio para la agrupación de los estudiantes de Cálculo diferencial al iniciar este curso.

	Beta	of Beta	B	of B	t_222_	p_Level
Intercpt			0,427717	0,482002	0,887375	0,375838
MatemBásica	0,322463	0,063530	0,714335	0,140735	5,075730	0,000001

Tabla 10. Modelo de regresión aplicado a la asignatura de Cálculo diferencial

La Tabla 11 muestra los resultados del modelo de regresión que incorpora como variables independientes los resultados en la Asignatura de Matemática Básica y la primera evaluación, con respecto a la segunda evaluación del curso. Los resultados validan la observación previa de que el resultado en la evaluación previa es el mejor predictor de la evaluación siguiente. En consecuencia, nuestro modelo de agrupación para atención diferenciada, adquiere pleno sentido. Nuevamente el valor $F(2, 221) = 389,91$ $p < 0,0000$ valida nuestra expectativa. Y el valor $t(221) = 25,07$ $p < 0,000000$ asociado a la primera evaluación es mayor que $t(221) = 3,55$ $p < 0,000461$ asociado a las calificaciones de final del curso de Matemática Básica.

	BETA	of BETA	B	of B	t_221_	p_Level
Intercpt			-0,687711	0,237529	-2,89527	0,004168
MatemBásica	0,118747	0,033393	0,260078	0,073138	3,55598	0,000461
NOTA30	0,837236	0,033393	0,827769	0,033016	25,07185	0,000000

Tabla 11. Los resultados de final del curso de Matemática Básica y Primera evaluación en Cálculo diferencial, respecto a los resultados en la segunda evaluación en Cálculo Diferencial

Los resultados se replican finalmente con respecto a la última evaluación del curso de Cálculo diferencial (Tabla 12). El valor $F(3, 243) = 247,15$ $p < 0,0000$ sigue mostrando su potencial explicativo muy superior. La nota de la evaluación anterior es la de valor t mayor $t(243)=10.93$ frente a las evaluaciones anteriores.

	BETA	of BETA	B	of B	t_243_	p_Level
Intercpt			-0,541389	0,188991	-2,86463	0,004540
MatemBásica	0,198945	0,033298	0,331139	0,055424	5,97461	0,000000
NOTA30	0,118461	0,062477	0,112490	0,059328	1,89608	0,059136
NOTA60	0,685327	0,062683	0,679054	0,062109	10,93325	0,000000

Tabla 12. Regresión de la evaluaciones anteriores sobre los resultados en la tercera evaluación del curso de Cálculo diferencial

La aplicación, por segunda vez, en las asignaturas del segundo semestre está resumida en la Tabla 13. Los estudiantes de primer semestre, contrario a lo esperado, si se siguen las estadísticas institucionales y nacionales, son los que muestran un mejor desempeño (menor índice de retiro, mayor aprobación y mayor porcentaje de estudiantes que logran rendimiento superior). Nuestra interpretación nos induce a pensar en mejores estrategias de trabajo con los profesores para atención efectiva a estos estudiantes en los cursos nuevos y en el fortalecimiento de los escenarios para el siguiente semestre. La estrategia muestra mejores resultado en la asignatura de matemática básica, la cual se desarrolló por segunda vez con el enfoque de atención diferenciada. Podemos esperar que también suceda lo mismo en cálculo diferencial, una vez se consolide la metodología y que se puedan tener índices de éxito superior mediante la estrategia de atención diferenciada.

Este trabajo basa sus inferencias en la aplicación del modelo de regresión en grupos dados. No hace comparaciones entre grupos en los cuales se aplique la estrategia y grupos en los cuales no se haga. Sin embargo las conclusiones tienen una base sólida de sustentación y pueden ser replicadas en condiciones experimentales y son coherentes con investigaciones anteriores revisadas en la primera parte de este trabajo.

	Matemática Básica		Cálculo Diferencial	
	(Número)	(Porcentaje)	(Número)	(Porcentaje)
Retirados	7	8.3	35	28.9
Aprobaron	78	81.25	54	44.62
No aprobaron	11	11.45	32	26.44
Nota superior a 3.5	36	37.5	3	2.47
Total estudiantes	96		121	

Tabla 13. Estudiantes en riesgo identificados con base en el sistema adaptativo de atención diferenciada

7 Conclusión

En este trabajo mostramos el criterio de agrupamiento adaptativo para atención diferenciada de estudiantes universitarios con el propósito de mejorar el éxito académico definido por el vector deserción - aprobación. Disminuir la deserción y mejorar la aprobación de la asignatura de matemática puede tener una relación positiva en la calidad de la educación en el sistema universitario. En esta tesis se muestra que las condiciones de aprendizaje del estudiante son cambiantes. Estamos frente a un sistema de alto dinamismo. En consecuencia la sola prueba ICFES o la Prueba de Entrada aplicada por algunas universidades son criterios insuficientes para orientar las estrategias pedagógicas de atención a los estudiantes. Es mucho más eficiente actualizar los criterios de agrupamiento y las agrupaciones de atención diferencial. Al hacerlo éstas estrategia aumenta su eficiencia.

La tesis sustentada es contraria a la estrategia convencional de la nivelación. En efecto, este es un criterio aplicado al inicio del curso, pero la fuerte dinámica del sistema hace prever que su efecto se puede perder en el corto plazo. También se muestra como alternativa más eficiente que la de proveer cursos remediales a los estudiantes de bajo rendimiento, que por el hecho de ser discriminados en grupos especiales tienden a disminuir su concepto de autoeficacia y son afectados por el efecto pigmalión.

Referencias

- [1] Aldosary, A.S.; Garba, S.B (1999). An analysis of factors contributing to college student dropout in a medium sized technical university: the case of the King Fahd University of Petroleum and Minerals. *Higher Education Policy* 12 (1999) 313-328.
- [2] Bloom, B. S. (1984). The 2 sigma problem: the search for methods of group instruction as effective as a one-to-one tutoring. *Educational Researcher*, 13, 6, 4-16.
- [3] Cabrera, Albert F; Nora, Amaury; et al (1992). The Convergence Between Two Theories of College Persistence. *The Journal of Higher Education*; Mar 1992; 63, 2; Academic Research Library.
- [4] Cassel, Russell N (2003). Use of personal development test to identify high school Y college dropout st... *Education*; Summer 2003; 123, 4; Academic Research Library, pg. 641.
- [5] 'Drop-out' row hits soft spot for UK universities, *Nature*; Sep 1, 1994; 371, 6492; Academic Research Library, pg. 4.
- [6] Guarino, A.J; Hocevar, D.(2005). Tinto's Model and Locus of Control. *College and University*; Spring 2005; 80, 4; ProQuest Education Journals, pg. 43.
- [7] Harri Ketamo; Jarkko Alajääski (2008). Revising Basic Mathematics in a Network Environment: An Empirical Study With Finnish Technology University Students. *The Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*; 2008; 27, 2; Academic Research Library, pg. 149.
- [8] Higgins, B. (2005). Strategies for Lowering Attrition Rates and Raising NCLEX-RN® Pass Rates *Journal of Nursing Education*; Dec 2005; 44, 12; Academic Research Library, pg. 541.
- [9] Ishitani, T.T; Desjardins, S. L. (2000). A longitudinal investigation of dropout from college in the united states. *Journal of College Student Retention*; 2002/2003; 4, 2; ProQuest Education Journals, pg. 173.

- [10] Keller, Fred (1968). Goodbye, Teacher Journal of Applied Behavioral Analysis, I, 1, 79-89.
- [11] Kulik, James A.; Kulik, Chen-lin; and Cohen, Peter A. (1979). A Meta-Analysis of outcome studies of Keller's Personalized System of Instruction. American Psychologist, 34, 4, 307-318.
- [12] López, C y Franco, J., (2009). Las ciencias básicas y la deserción estudiantil. <http://spadies.uniandes.edu.co:8080/spadies2/recursos/MEN-CienciasBasicasYDesercionEstudiantil.pdf>.
- [13] Maldonado, L. F., Leal, L.,Castañeda, J., Montenegro, M. y Lineros, C. (2009). Sincronía, conocimientos previos y regulación autónoma del aprendizaje en aula virtual. En prensa en la revista Tecné, Episteme y Didaxis-TE de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Pedagógica Nacional.
- [14] Mashburn , A.J. (2000). A Psychological Process of College Student Dropout. Journal of College Student Retention; 2000/2001; 2, 3; ProQuest Education Journals, pg. 173.
- [15] McGaha, V.; Fitzpatrick, J. (2005). Personal and social contributors to dropout risk for undergraduate College Student Journal; Jun 2005; 39, 2; ProQuest Education Journals, pg. 287.
- [16] Michael D Summers (2003). ERIC review: Attrition research at community colleges. Community College Review; Spring 2003; 30, 4; Academic Research Library, pg. 64 pg. 143.
- [17] Porter, S. (2003).Understanding retention outcomes: using multiple data sources to distinguish ...Journal of College Student Retention; 2003/2004; 5, 1; ProQuest Education Journals, pg. 53.
- [18] Shifra Sagy (2000). Factors influencing early dropout: The case of Russian immigrant students at. The Journal of Applied Behavioral Science; Sep 2000; 36, 3; ABI/INFORM Global, pg. 362.
- [19] Snow, R. E. (1980). Aptitude, learner control and adaptive instruction. Educational Psychologist, 15, 3, 151-158.
- [20] SPADIES (2007). Investigación sobre deserción en las instituciones de educación superior en Colombia. <http://spadies.uniandes.edu.co:8080/spadies2/recursos/CEDE-InformeTecnico.pdf>.
- [21] Steven F. Tello (2007). An analysis of Student persistence in online education . International Journal of Information and Communication Technology Education, Volume 3, Issue 3 edited by Lawrence A. Tomei ©2007, IGI Global.

- [22] Wiley M Mangum; Dan Baugher; Janice K Winch; Andrew Varanelli (2005). Longitudinal Study of Student Dropout From a Business School. *Journal of Education for Business*; Mar/Apr 2005; 80, 4; ABI/INFORM Global, pg. 218.

Dirección de los autores

David Macías M. — Departamento de Matemáticas, Universidad Central, Bogotá-Colombia

e-mail: damamo94@gmail.com

Edel Serrano I. — Departamento de Matemáticas, Universidad Central, Bogotá-Colombia

e-mail: edelserrano@yahoo.com

Luis F. Maldonado G. — Departamento de Matemáticas, Universidad Central, Bogotá-Colombia

e-mail: luchoupn@hotmail.com