



Informe Final de Proyecto de Investigación

Identificación del Proyecto

Nombre del proyecto

Propuesta socioparticipativa para el aprendizaje de la matemática, como una alternativa a la enseñanza tradicional.

Nombre del coordinador: Dra. Mayra Virginia Castillo Montes.

Equipo de investigación:

Ing. Edwin Adalberto Bracamonte Orozco.	Investigador Asociado
Ing. Renato Giovanni Ponciano Sandoval.	Investigador
Br. Carlos Roberto Sandoval Reyes.	Auxiliar de Investigación I
Br. Julio Eduardo Morales Toledo.	Auxiliar de Investigación I
Br. José Carlos Bonilla Aldana.	Auxiliar de Investigación I
Br. Ricardo Neftalí Pontaza Rodas.	Auxiliar de Investigación I Asociado.

Unidad académica avaladora: Facultad de Ingeniería.

Ubicación Programática:

Programa Universitario de Investigación en Educación – PUIE-

Línea (s) de investigación

Impacto de la Sociedad del Conocimiento en el sistema educativo guatemalteco

Alternativas educativas en la educación superior.

Fecha: Diciembre de 2008.

1. Resumen

Con base en fundamentos teóricos surgidos de la visión holista de la educación, la perspectiva socioconstructivista del conocimiento, el aprendizaje cooperativo, la sociedad del conocimiento y la didáctica de la matemática, se buscó plantear solución al siguiente problema: **en los últimos 15 años se ha observado estadísticamente un bajo índice de aprobación del curso de Matemática Básica 1, impartido a todos los estudiantes de la Facultad de Ingeniería, el cual oscila de un valor mínimo de 3.92% a un valor máximo de 26.75% por semestre.**

La búsqueda de soluciones se orientó por las siguientes preguntas de investigación:

- a) ¿El bajo porcentaje de aprobación del curso de Matemática Básica 1 depende de la utilización de la clase magistral como metodología de enseñanza predominante?
- b) ¿En qué medida puede incrementarse el porcentaje de aprobación del curso de Matemática Básica 1 al ensayar una metodología centrada en el aprendizaje, alternativa a la utilización de la clase magistral?
- c) ¿Existen diferencias significativas entre los porcentajes de aprobación del curso de Matemática Básica 1, si la metodología alternativa a la clase magistral se ensaya con grupos experimentales de alumnos de primer ingreso o alumnos repitentes?
- d) ¿Cuáles son los cambios actitudinales que favorecen el rendimiento de los estudiantes de Matemática Básica 1, generados por el aprendizaje orientado por la metodología alternativa a la clase magistral?

Desde el punto de vista metodológico la investigación se desarrolló como un experimento simple con pretest y postest, que puede clasificarse como explicativo de tipo mixto. La propuesta didáctica ensayada se centra en la promoción del aprendizaje autónomo tanto en forma individual como colectiva en comunidades de aprendizaje presenciales y virtuales con el apoyo de Internet, como alternativa a la clase magistral, la cual se centra en la enseñanza.

Los resultados del estudio permiten plantear respuestas a las preguntas de investigación formuladas, de acuerdo con lo siguiente:

- a) El índice de aprobación global (sin el grupo experimental) de los alumnos de primer ingreso para el primer semestre del 2008 fue del 39.62% y en el grupo control fue del 29.17%. Puesto que en todas las secciones- salvo el grupo experimental- se utilizó la clase magistral como metodología dominante en mayor o menor grado, es posible relacionar el rendimiento académico con el empleo de dicha metodología de enseñanza.
- b) Al obtener un porcentaje de aprobación del **71.43%** con alumnos de primer ingreso se supera ampliamente el índice de aprobación obtenido en el grupo control, así como el porcentaje global del primer semestre. En la segunda etapa se obtuvo un porcentaje de aprobación del **52%**, el cual supera el obtenido en el grupo control, el cual fue de 41%, así como el porcentaje global (sin el grupo experimental) el cual se reporta como del 16.05 %. En

ambas etapas se muestra la eficiencia de la propuesta ensayada en la solución del problema que dio origen al estudio, ya que tal como se indicó antes, dicho índice de aprobación mostró un valor máximo del **26.75%** en los últimos quince años.

- c) El porcentaje de aprobación en el curso MB 1 obtenido en el grupo experimental de alumnos de primer ingreso es mayor que el obtenido por el grupo experimental de alumnos repitentes.
- d) Las transformaciones actitudinales que favorecen el que favorecen el rendimiento de los estudiantes de Matemática Básica 1, generadas por el aprendizaje orientado por la metodología alternativa a la clase magistral son: motivación por aprender, disposición al trabajo en equipo, responsabilidad por el estudio individual, perseverancia, disposición a la participación en clase y actitud investigativa.

Con respecto a las hipótesis de investigación formuladas, se tiene:

- a) H_1 : El porcentaje de aprobación del curso Matemática Básica 1 depende de la metodología utilizada en su desarrollo.

Los resultados obtenidos permiten aceptar la hipótesis número 1.

- b) H_2 : Es posible incrementar el porcentaje de aprobación del curso Matemática Básica 1 a través del ensayo de una propuesta metodológica centrada en el aprendizaje, alternativa a la clase magistral la cual se centra en la enseñanza.

Los resultados obtenidos permiten aceptar la hipótesis número 2.

- c) H_3 : Los porcentajes de aprobación del curso de Matemática Básica 1 en los grupos experimentales de alumnos de primer ingreso y de alumnos repitentes, no difieren estadísticamente.

Los resultados obtenidos aportan evidencia que permite rechazar la hipótesis número 3.

- d) H_4 : Los estudiantes participantes en los grupos experimentales manifestarán transformaciones actitudinales y competencias relacionadas con hábitos y estrategias de estudio, capacidad de trabajar en equipo, autonomía de aprendizaje, entre otras.

Los resultados obtenidos permiten aceptar la hipótesis número 4.

El estudio permitió abrir una nueva línea de investigación referente a los estilos de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería, para lo cual se realizará un estudio en el 2009, que permitirá hacer aportes a la conformación de los equipos para el trabajo cooperativo con base en los estilos de aprendizaje evidenciados como predominantes en el diagnóstico inicial.

Palabras claves: aprendizaje cooperativo, comunidades de aprendizaje, materiales interactivos, desarrollo integral.

2. Introducción

Considerando los requerimientos que debe satisfacer la educación matemática que requieren los futuros profesionales de la ingeniería para contribuir al desarrollo del país, resulta evidente la necesidad de su reorientación a partir de la transformación del viejo paradigma por otro nuevo que se base en la teoría y en los resultados de la investigación con clara aplicación en la enseñanza. La percepción de la enseñanza que se impulsó a través de la presente investigación, se basa en proposiciones como las siguientes:

- Los estudiantes construyen, descubren y reflexionan acerca de su propio conocimiento matemático.
- El aprendizaje de la matemática es algo que hace el aprendiiente y no algo que se le hace a él.
- Los esfuerzos del educador llevan la intención de desarrollar talentos y competencias en los estudiantes, a partir de las potencialidades individuales.
- El aprendizaje de la matemática es un proceso interpersonal que puede ocurrir solo a través de la interacción entre los estudiantes, de estos con el educador y de todos con el entorno en el cual acontece el proceso educativo.

El espíritu de investigación, inherente a todo ser humano, permanece en los estudiantes universitarios, aunque al parecer opacado por la metodología basada en la clase magistral, en la cual fundamentalmente les corresponde retener y reproducir la información proporcionada por el profesor, quien en general, es el protagonista de los procesos educativos. Una institución educativa, en este caso, la Facultad de Ingeniería, preocupada por desarrollar integralmente las potencialidades de los estudiantes y profesores, pretende tomar en cuenta y aprovechar esa peculiaridad, a través del ensayo de una propuesta metodológica alternativa a la clase magistral, cuyo centro de atención se desliza de la enseñanza al aprendizaje.

En este sentido, el equipo de investigación ha orientado sus esfuerzos a resolver la problemática relacionada con el primer curso de matemática que se imparte a los alumnos de la Facultad de Ingeniería, aunque gran parte de ella es común tanto a otros cursos de matemática como de otras áreas de conocimientos básicos.

El curso denominado Matemática Básica 1 (MB 1), se ubica en el área básica de los pensa de estudios de todas las carreras que se imparten en la Facultad de Ingeniería; dicho curso tiene un carácter obligatorio para todos los estudiantes de la facultad y constituye un pre-requisito para la asignación de los cursos de Matemática Básica 2 y Física Básica.

El curso se imparte durante cuatro días a la semana en sesiones de clase de 1 hora y 40 minutos de duración. En promedio, durante el primer semestre se abren 22 secciones del curso y en el segundo semestre, aproximadamente 18, en las cuales se asignan de 80 a 120 alumnos por sección, es decir, se trata de un curso en el que, en general, se trabaja con grandes grupos.

El contenido programático de este curso de precálculo consta de 9 unidades que abarcan la siguiente temática: ecuaciones e inecuaciones y sus aplicaciones, funciones y sus gráficas, geometría elemental, funciones polinomiales y racionales, funciones exponenciales y logarítmicas, funciones trigonométricas de ángulos y de números reales, trigonometría analítica y geometría analítica; las cuales se desarrollan en general, con base en la clase magistral.

Los alumnos de primer ingreso son asignados a las diferentes secciones por la Dirección de la Escuela de Ciencias, en la medida en que van aprobando las pruebas específicas aplicadas por la Facultad de Ingeniería; mientras que los alumnos repitentes eligen la sección en que se asignan de acuerdo a la conveniencia de horario o bien, por afinidad personal con algún profesor.

Por esta razón la investigación se diseñó en dos etapas: la primera coincidente con el primer semestre académico del 2008 en la cual se trabajó con estudiantes de primer ingreso, y la segunda se desarrolló durante el segundo semestre del mismo año con alumnos repitentes. Este diseño permitió identificar las analogías y diferencias tanto en el rendimiento académico, como en aspectos actitudinales de ambos grupos de estudiantes.

3. Antecedentes

- **Definición del problema**

En los últimos 15 años se ha observado estadísticamente un bajo índice de aprobación del curso de Matemática Básica 1, el cual oscila de un valor mínimo de 3.92% a un valor máximo de 26.75% por semestre.

En el cuadro 1 y en las gráficas 1 y 2 construidas a partir de él, se presenta la información al respecto, de 1992 a 2006. Puede observarse que durante el primer semestre, el porcentaje de aprobación oscila de 3.92% (en 1999) a 21.17% (en 2006), mientras que en el segundo semestre la variación oscila de 5.79% (en 1999) a 26.75% (en 2006). Aunque aparentemente en el 2006 ocurre un incremento en el porcentaje de aprobación, justamente en ese año se observa un marcado descenso en el número de estudiantes asignados que no tiene precedente en el período de tiempo analizado.

Lo anteriormente observado puede explicarse en función de la entrada en vigencia del nuevo reglamento de evaluación en el cual se contabiliza el número de veces que un estudiante pierde el curso y en consecuencia, los estudiantes han adoptado la estrategia de no asignarse el curso o bien des-asignárselo, en función de los resultados que obtienen en los primeros exámenes parciales.

El problema del bajo índice de aprobación del curso, aparece íntimamente relacionado con altos índices de deserción y reprobación, que a su vez generan una problemática más compleja, entre la que destaca:

- Necesidad de inversión de gran caudal de recursos económicos para el pago de profesores y auxiliares que cada semestre atienden a todas las secciones

(18 a 22 tal como se indicó en la sección anterior), lo cual constituye aproximadamente el 30% de los recursos de la Facultad de Ingeniería.

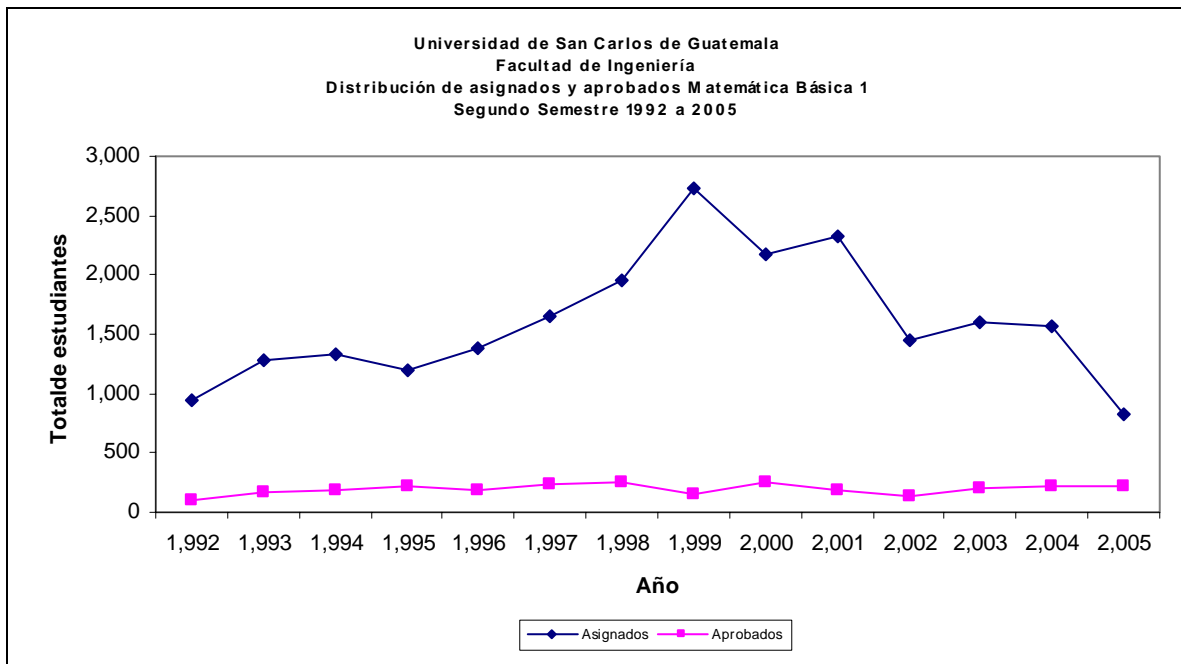
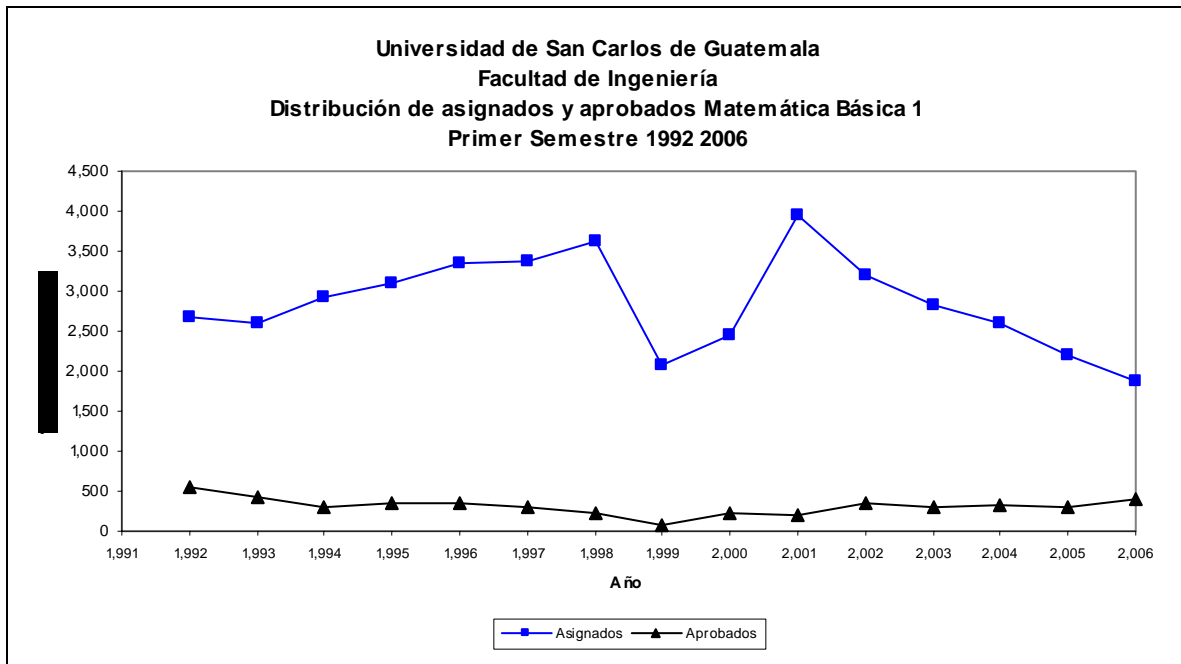
- Alto número de alumnos asignados por sección, lo que interfiere con la calidad de los procesos educativos que se desarrollan.
- Frustración y desinterés de los estudiantes que no aprueban el curso.
- Retraso de los estudiantes en el avance en los respectivos pensa de estudios.
- Desmotivación de los profesores al considerar inútiles sus esfuerzos.

Cuadro No. 1. Distribución de estudiantes asignados y aprobados, en el curso de Matemática Básica 1 durante el primero y segundo semestre en los años 1992 a 2006

Año	Primer Semestre			Año	Segundo Semestre		
	Asignados	Aprobados	%		Asignados	Aprobados	%
1,992	2,666	557	20.89%	1,992	951	93	9.78%
1,993	2,588	420	16.23%	1,993	1,282	174	13.57%
1,994	2,925	311	10.63%	1,994	1,325	187	14.11%
1,995	3,094	339	10.96%	1,995	1,201	215	17.90%
1,996	3,345	345	10.31%	1,996	1,387	193	13.91%
1,997	3,386	312	9.21%	1,997	1,656	234	14.13%
1,998	3,627	235	6.48%	1,998	1,957	252	12.88%
1,999	2,068	81	3.92%	1,999	2,735	153	5.59%
2,000	2,444	236	9.66%	2,000	2,168	251	11.58%
2,001	3,958	191	4.83%	2,001	2,333	193	8.27%
2,002	3,189	346	10.85%	2,002	1450	132	9.10%
2,003	2835	289	10.19%	2,003	1599	201	12.57%
2,004	2604	329	12.63%	2,004	1565	213	13.61%
2,005	2207	298	13.50%	2,005	830	222	26.75%
2,006	1875	397	21.17%	2,006¹			

Fuente: Escuela de Ciencias de la Facultad de Ingeniería.

¹ No se contó con información disponible.



Previo a la realización del presente estudio, el equipo de investigación había realizado algunos estudios como acercamiento a la solución del problema, que sirvieron de fundamento para el diseño de la propuesta metodológica ensayada:

○ **Razones del bajo rendimiento en MB 1: Perspectiva de los estudiantes**

En el 2002, se indagó en una muestra 300 estudiantes tanto de primer ingreso como repitentes, cuáles eran las principales causas del bajo rendimiento en el curso MB 1; identificándose los siguientes factores:

- Falta de hábito de estudio al ingreso a la universidad.
- Falta de asesoría en la resolución de dudas.
- Explicaciones incompletas o inadecuadas dadas por los profesores.
- Diferencia entre el nivel de dificultad de ejemplos dados en clase y ejercicios de tarea, con respecto a los presentados en los exámenes.
- Ritmo acelerado de clases.
- Carencia de métodos y técnicas de estudio de la matemática.
- Factores sociales: desconocimiento de la mayoría de compañeros de estudio.
- Dificultad para organizar el tiempo disponible en función de las exigencias de todos los cursos.
- Distracciones.

○ **Razones del bajo rendimiento en MB 1: Perspectiva de los profesores.**

En el 2003 se realizó un estudio encuestando a 15 profesores, con el objetivo de identificar el criterio de los docentes acerca de las principales causas del bajo rendimiento en el curso MB 1. Los factores identificados son:

- Deficiencia de conocimientos matemáticos adquiridos en el nivel medio en temáticas como geometría y estrategias de resolución de problemas.
- Falta de interés y dedicación.
- Falta de hábito y estrategias de estudio.
- Tiempo limitado de clases, particularmente en el primer semestre.
- Falta de responsabilidad personal por aprender.
- Demasiados contenidos a desarrollar.
- Problemas personales de los alumnos.

○ **Identificación de los errores más comunes que cometen los estudiantes de Matemática Básica 1.**

En el 2004, se realizó un análisis de los procedimientos utilizados por los estudiantes para resolver los exámenes parciales y finales, con el objetivo de identificar los errores que cometían de manera general. Los resultados permitieron identificar lo siguiente:

- Aritmética elemental: jerarquía de las operaciones, operaciones con exponentes fraccionarios, confusión en las leyes de la potenciación.
- En álgebra elemental: dificultad para factorizar trinomios, diferencias de cubos y agrupaciones de términos, operaciones con fracciones algebraicas, confusión de las leyes de los exponentes, dificultad para reconocer magnitudes variables y constantes, dificultad para modelar problemas por medio de ecuaciones, cancelación de términos en adiciones y sustracciones presentes en fracciones algebraicas, dificultad para efectuar una potencia de un binomio, diferente del cuadrado y el cubo.

- En geometría: desconocimiento de las propiedades de las líneas notables de un triángulo; en general los conocimientos se refieren al cálculo de áreas y perímetros de figuras elementales consistentes en la aplicación de fórmulas.
- Carencia de estrategias sistemáticas de resolución de problemas en cualquier contexto.

- o **Concepciones que poseen los estudiantes de ingeniería acerca del concepto de función**

En el 2005, se indagaron las concepciones acerca del concepto de función en una muestra de 365 estudiantes de ingeniería distribuidos en los primeros cuatro cursos de matemáticas obligatorios en los pensa de todas las carreras, obteniendo como resultados más relevantes: en los estudiantes impera la concepción algebraica y gráfica del concepto, mostrando incoherencias entre los conocimientos declarativos y procedimentales explicitados por los alumnos. El concepto tiene un aprendizaje fragmentado, local y con poca vinculación en la resolución de situaciones problema.

4. Justificación

El Marco Metodológico de la Universidad de San Carlos de Guatemala en el cual se basa el PLAN ESTRATEGICO USAC 2002, aprobado por el Honorable Consejo Superior Universitario en noviembre de 2003, establece los principios en que se fundamentan las políticas de investigación, docencia y extensión de acuerdo con la filosofía, fines y objetivos de la Universidad. Propicia la excelencia académica en una sociedad multiétnica, pluricultural y multilingüe, dentro de un marco de libertad, pluralismo ideológico, valores humanos y principios cívicos, que le permiten a la universidad desempeñar su función en la sociedad, en forma eficaz y eficiente, tomando en consideración el contexto nacional e internacional. Eleva el nivel científico, tecnológico, humanístico y ético de los profesores y estudiantes como sujetos generadores del desarrollo eficiente e integrador de la investigación, la docencia y la extensión²

Desde esta perspectiva macro del quehacer de la Universidad de San Carlos de Guatemala, el estudio encuentra su primera justificación al enmarcarse en esos lineamientos generales, particularmente en lo referente a la vinculación de la docencia y la investigación, en búsqueda de la excelencia académica.

Además, dentro de los objetivos del proceso de acreditación de las carreras se contempla como estándar de Calidad en el Factor Desarrollo Curricular lo siguiente: *“la metodología de enseñanza aprendizaje se corresponde con la modalidad de los cursos y la naturaleza de la disciplina”* y cuyos indicadores se relacionan, entre otros, *“con la existencia de estrategias pedagógicas que aporten elementos para el desarrollo de las competencias profesionales y la existencia de estrategias para la*

² Universidad de San Carlos de Guatemala. Plan Estratégico USAC-2002. Versión ejecutiva. pp. 1. Noviembre 2003.

*interacción profesor- alumno en actividades curriculares y co-curriculares orientadas a lograr aprendizajes de calidad*³.

En este sentido, los resultados de la investigación aportan valiosos elementos en el proceso mencionado, al orientarse hacia el mejoramiento de la calidad de la formación matemática que reciben todos los estudiantes de la Facultad de Ingeniería, que inclusive podrían ser considerados por otras unidades académicas con problemáticas análogas e inmersas en el mismo proceso.

Por otro lado, a partir del año 2005, la Universidad de San Carlos de Guatemala, puso en vigencia el nuevo Reglamento de Evaluación y Promoción de los Estudiantes de Pre Grado, en el cual se ha modificado la nota de promoción a 61 puntos y se regula la repitencia estudiantil a un máximo de tres oportunidades en semestre regular y tres oportunidades en curso de vacaciones. En este contexto, el bajo índice de aprobación del curso de Matemática Básica 1 se convierte en una limitante para el estudiante, ya que de persistir la repitencia deberá abandonar sus estudios universitarios, o en última instancia cambiarse de unidad académica.

Por lo anterior y tomando en cuenta que el bajo índice de aprobados del curso de Matemática Básica 1 ha sido evidente a lo largo de los años 1999 a 2006, generando una compleja problemática asociada, la Facultad de Ingeniería prácticamente está obligada a buscar y poner en práctica nuevas metodologías orientadoras del aprendizaje, que permitan no solo mejorar el rendimiento académico, sino que también coadyuven al desarrollo integral del estudiante haciéndole más responsable en su proceso de formación profesional a través de su participación activa en su propio aprendizaje.

Así, la metodología orientadora del aprendizaje propuesta como alternativa a la clase magistral, permite “crear contextos de aprendizaje colaborativo, promover un conocimiento integral, estimular la flexibilidad, creatividad y disposición al cambio, educar para una sociedad sustentable, integrar el conocimiento y promover los valores humanos”.⁴

Lo anterior es congruente con los principios que la UNESCO menciona como parte de la transición de la Sociedad de la Información a la Sociedad del Conocimiento, puesto que el desarrollo de la tecnología no resuelve por sí mismo los problemas de la desigualdades existentes relacionados con “los recursos económicos, la geografía, el lenguaje, el sexo, la educación y procedencia sociológica o cultural, el empleo, la integridad física”⁵.

³ Consejo Superior Universitario Centroamericano. Guía de Auto evaluación de Programas. pp. 11, 21 y 22. Febrero 2003

⁴ Ramón Gallegos Nava. Educación Holista. Pedagogía del Amor universal.

⁵ Informe Mundial de la UNESCO. Hacia las Sociedades del Conocimiento. UNESCO.2005. pp. 32

Si bien estas desigualdades son difíciles de resolver a través de un estudio particular, es importante resaltar como lo indica el informe de la UNESCO que “Las nuevas misiones de la enseñanza superior, la distinguen de la educación primaria y secundaria no solo por la edad y el nivel de los alumnos sino por la producción y valorización de nuevos conocimientos en ámbito social, cultural y económico. Si se ven privadas de la posibilidad de desempeñar esa función de investigación, descubrimiento e innovación, las instituciones de enseñanza superior quedan reducidas a la condición de centros de enseñanza terciaria, que son una mera prolongación de centros de enseñanza primaria y secundaria”⁶.

De esta manera el estudio propuesto reafirma su justificación al enmarcarse en las líneas prioritarias de investigación, definidas por la DIGI, referentes a la construcción de la sociedad del conocimiento, a través de la transformación de la educación superior.

5. Objetivos

Las metas planteadas para el presente estudio son:

• **Objetivos Generales**

- a) Ensayar propuesta metodológica alternativa a la clase magistral, en el curso de Matemática Básica 1, con estudiantes de primer ingreso y con repitentes.
- b) Incrementar el porcentaje de aprobación en el curso de Matemática Básica 1.
- c) Generar y validar materiales de apoyo y guías de trabajo que promuevan el aprendizaje autónomo de los estudiantes de Matemática Básica 1, a través de la combinación del trabajo individual con el trabajo cooperativo, en forma presencial y virtual.

• **Objetivos Específicos**

Para la primera etapa del proyecto se plantearon los siguientes objetivos:

- a) Establecer si existen diferencias significativas entre el perfil académico de los estudiantes de primer ingreso asignados en el grupo experimental y en el grupo control, del curso de Matemática Básica 1.
- b) Establecer mediante una prueba de hipótesis para diferencia de proporciones, si existen diferencias significativas entre los porcentajes de aprobación de los estudiantes de primer ingreso asignados en el grupo experimental y en el grupo control del curso de Matemática Básica 1; con niveles de significación del 1% y del 5%.
- c) Identificar las ventajas y limitaciones de los materiales de apoyo y guías de trabajo ensayadas, en la promoción del aprendizaje autónomo de los estudiantes de primer ingreso asignados en el grupo experimental de Matemática Básica 1.

⁶ Informe Mundial de la UNESCO. Hacia las Sociedades del Conocimiento. UNESCO.2005. pp. 105

Para la segunda etapa de la investigación se propusieron los siguientes objetivos:

- d) Elaborar el perfil académico de los estudiantes de repitentes asignados en el grupo experimental y en el grupo control, del curso de Matemática Básica 1.
- e) Establecer estadísticamente mediante una prueba de hipótesis para diferencia de proporciones, si existen diferencias significativas entre los porcentajes de aprobación los estudiantes de repitentes asignados en el grupo experimental y en el grupo control del curso de Matemática Básica 1, con niveles de significación del 1% y del 5%.
- f) Identificar las ventajas y limitaciones de los materiales de apoyo y guías de trabajo ensayadas, en la promoción del aprendizaje autónomo de los estudiantes repitentes asignados en el grupo experimental de Matemática Básica 1.
- g) Establecer estadísticamente mediante una prueba de hipótesis para diferencia de proporciones, si existen diferencias significativas entre los porcentajes de aprobación de los estudiantes de Matemática Básica 1, asignados en los grupos experimentales de alumnos de primer ingreso y alumnos repitentes

6. Metodología

Marco teórico

La investigación realizada y los resultados obtenidos se interpretaron a la luz de fundamentos teóricos tomados de diferentes áreas. Con fines expositivos, se presentan por separado en el marco conceptual y el marco referencial.

➤ *Marco conceptual*

La revisión bibliográfica realizada para la elaboración del marco conceptual, incluye temas relacionados con la visión holista de la educación en general y de la educación matemática en particular, la cual emerge como consecuencia de analizar el proceso educativo a la luz de principios derivados del enfoque sistémico. Se incluyen además los principales aportes a la educación que surgen de la perspectiva socioconstructivista del conocimiento desarrollada por Lev Vigotsky. En coherencia con lo anterior, se revisaron los fundamentos teóricos del aprendizaje cooperativo así como reportes de investigación de experiencias de aprendizaje cooperativo de la matemática.

Los elementos teóricos anteriores se articulan a través de las características y requerimientos educativos planteados por la UNESCO, en el marco de la transición de la sociedad de la información a la sociedad del conocimiento.

En el planteamiento de la propuesta metodológica alternativa ensayada con el propósito de incrementar el porcentaje de aprobación en el curso de Matemática Básica 1, se consideran elementos de la didáctica de la matemática y se examinan con base en los fundamentos explicitados en el marco teórico construido, con el fin ulterior de promover el aprendizaje autónomo de la matemática a partir del desarrollo integral de potencialidades individuales puestas en acción en las interrelaciones establecidas por los aprendientes en diversas comunidades de aprendizaje, tanto presenciales como virtuales.

A continuación se exponen los principales aportes de las teorías mencionadas.

▪ *Visión holista de la educación*

De acuerdo con Gallegos (2002), los principios de la visión sistémica característicos del paradigma emergente en la ciencia, proporcionan a la educación una visión de la realidad dinámica, compleja, abierta y con sensibilidad humana, que permite superar algunas deficiencias de la visión reduccionista relacionadas con la fragmentación y aislamiento de las partes constitutivas del todo. El holismo tiene sus raíces en la proposición de que el universo es una totalidad integrada en la cual todo está interrelacionado y, desde la perspectiva de la educación holista, “*aprender es un proceso que implica muchos niveles de la conciencia humana como el afectivo, físico, social y espiritual, rebasando por completo lo puramente cognitivo*”.

Sintetizando, la visión holista es una visión de totalidad de la realidad y la educación holista es una visión integral de los procesos educativos en sentido amplio. Lo anterior se consideró en la propuesta metodológica ensayada en varios niveles de totalidad:

- a) *El ser humano*: es conceptualizado como ser integral cuya multidimensionalidad (dimensión física, afectiva, cognitiva, social, estética, ética y espiritual) juega un papel fundamental en los procesos de aprendizaje.
- b) *La comunidad como totalidad*: en contextos educativos caracterizados por interrelaciones dinámicas entre los actores del proceso educativo (alumnos y educadores), el aula se convierte en una comunidad de aprendizaje; entendiendo que cuando estudiantes y profesores están juntos pero mediados por relaciones pasivas como en la enseñanza tradicional, tal comunidad no existe.
- c) *La sociedad como totalidad*: se refiere principalmente al grado de apropiación de estudiantes, docentes y administradores, del proyecto de sociedad a la que se aspira y al modelo de desarrollo adoptado. Esto es particularmente importante si se considera la imperiosa necesidad de construir una sociedad global basada en valores de sustentabilidad, cooperación, paz, tolerancia y respeto por la vida.
- d) *El planeta como totalidad*: todo proceso educativo está inmerso en un contexto planetario, por lo cual desde el marco del aprendizaje de cualquier disciplina, en este caso de la matemática, se hace necesaria la formación de una conciencia ecológica que promueva la protección del medio ambiente.
- e) *El cosmos como totalidad*: involucra la dimensión espiritual del ser humano tan tradicionalmente excluida de los procesos educativos, particularmente los relacionados con el aprendizaje de ciencia.

En coherencia con lo anterior, en la educación matemática en general y en la propuesta metodológica alternativa ensayada, se consideraron sistemas a diferentes niveles:

- El ser humano como sistema abierto

Esta concepción del ser humano abarca múltiples dimensiones en las que se conjugan su naturaleza biológica, psicológica y cultural. Morin (2001) denomina esta triada como *bucle cerebro-mente-cultura* para referirse a la interacción dinámica que hace emerger la concepción del ser humano como un sistema con capacidad de autoorganización, autopoiesis y autotranscendencia, expresando al respecto: “*Las relaciones entre las tres instancias no solamente son complementarias, sino también antagónicas, implicando los conflictos muy conocidos entre la impulsividad, el corazón y la razón*”. Esto significa que en el aprendizaje de la matemática no intervienen únicamente capacidades intelectuales, sino que estas interactúan en conjugación con emociones, creencias, valores y otros elementos culturales.

- El sistema individuo-sociedad-especie

En el estudio de las múltiples interacciones del individuo concebido como un sistema abierto, es imprescindible incluir dimensiones biosicológicas, sociales y antropológicas, de manera que se conceptualice a la persona como un ser único en su individualidad a la vez que un ser con necesidad de pertenencia a un grupo social y a la especie humana. Particularmente, se tomó en cuenta que la educación matemática debe contribuir al desarrollo de la humanidad de la persona; sin embargo, dicha humanidad es sumamente compleja y tal como se expresó antes, abarca múltiples dimensiones.

Autores como Morin han descrito algunas de dichas dimensiones, entre ellas el sistema individuo-sociedad-especie: “*Todo desarrollo verdaderamente humano significa desarrollo conjunto de las autonomías individuales, de las participaciones comunitarias y del sentido de pertenencia a la especie humana*”.

Lo anterior fundamenta la conjugación del estudio individual con el aprendizaje cooperativo propuesto en la metodología ensayada.

- Sistemas sociales.

Maturana (2001) define un sistema social de la siguiente manera:

“*Un sistema social se genera cuando un conjunto de seres vivos constituyen con su conducta, una red de interacciones que opera para ellos como un medio en el que conservan su organización y adaptación. Para que un sistema social exista debe darse la recurrencia de interacciones cooperativas.*”

Esta conceptualización aportó los fundamentos teóricos para proponer que el entorno en el cual el aprendizaje de la matemática puede ocurrir de manera significativamente humana, es un sistema social caracterizado como una comunidad de aprendizaje en la cual cada aprendiente (incluyendo al profesor) forme parte de

una red de interacciones a través de las cuales descubra y afirme su individualidad al co-aprender junto a los otros.

Se postula que la autoafirmación individual emerge como resultado del descubrimiento del aporte esencial que representa el aprendizaje personal de la matemática y de los cambios que éste provocará en la conducta de la comunidad de aprendizaje, ya que en los sistemas sociales no hay componentes superfluas y ninguna componente es más importante que otra. Por otra parte, el sentido de pertenencia social emergerá al descubrir que el devenir histórico de la comunidad de aprendizaje es el resultado de los procesos de conservación y variación generados por las interacciones entre los individuos que la conforman, en nuestro caso particular, por las prácticas colaborativas que propicien el aprendizaje conjunto de la matemática.

Para concluir esta sección se enuncia el concepto de aprendizaje de la matemática reconstruido a la luz de la visión holista de la educación:

“El aprendizaje de la matemática puede concebirse como un flujo continuo de transformaciones internas del individuo que ocurren en el ámbito de la cultura (creencias, valores, prácticas, etc), en el plano mental (lenguaje, emocionalidad, intuición, inteligencia, conciencia, etc) y en la actividad cerebral (razonamiento, memoria, impulsos, desarrollo de habilidades, etc.), que se harán explícitas en comportamientos relacionales en los diversos sistemas sociales a los cuales pertenecen los aprendientes”.(Castillo, M., 2006)

- *Perspectiva socioconstructivista del conocimiento*

El acercamiento cognitivo al trabajo de Vigotsky es una interesante apertura no sólo a un nuevo orden de ideas, sino fundamentalmente a la apreciación de la enriquecedora forma de trabajo académico que nos legara en su relativa corta existencia. De particular importancia destaca entre su legado, la conjugación del estudio exhaustivo, la investigación y la docencia que él realizó, evidenciando para los educadores la necesidad y utilidad de contrastar los fundamentos teóricos que aprendemos con la práctica educativa que realizamos cotidianamente.

Vigotsky recreó el constructivismo cognitivo a través de postular como fundamento de su teoría elementos surgidos de la convivencia humana, esto es, que el desarrollo de las funciones psicológicas superiores de los individuos y de los conglomerados humanos es el producto de las interacciones dinámicas entre los actores del proceso educativo (aprendiente y mediadores del aprendizaje) y los saberes culturales.

Entre los principales conceptos de la tesis de Vigotsky destacan particularmente:

- *Las funciones psicológicas superiores:* son inherentes a la especie humana e inicialmente surgen de la interacción dinámica entre la mente y el cerebro como su base fisiológica, sobre la que retroactúa la mediación sociocultural. Entre dichas funciones ocupa un lugar preponderante la conciencia, además se incluyen la intencionalidad, meta cognición, auto regulación, capacidad de

planificación; así como operaciones formales entre las que pueden mencionarse la inducción, deducción, formulación de hipótesis, predicción y, la activación de dichas facultades en la resolución de diversos problemas.

- *El desarrollo psicológico y cultural:* es conceptualizado como el proceso de transformaciones que mejoran la calidad del ser humano. Dicho proceso depende en buena medida del entorno sociocultural en que se desenvuelve el individuo. Como elemento innovador, Vigotsky afirma que los procesos de desarrollo psicológico y social son continuados, pero incluye la posibilidad de que en determinados momentos la incidencia de influencias internas o externas desencadenen “saltos” en el desarrollo.
- *Factores esenciales del aprendizaje y del desarrollo psicossocial:* se definen como el sujeto que aprende y el mediador que le ayuda para lograr el aprendizaje. Para profundizar en la comprensión de su postura teórica, es necesario enfatizar que para Vigotsky las funciones psicológicas superiores se originan y desarrollan en el contexto y por la mediación de interrelaciones culturalmente organizadas (en seno de comunidades de aprendizaje como la familia, la escuela, la sociedad), a través de un proceso personal de apropiación e interiorización (construcción de conocimientos).

En el proceso de mediación entre el que aprende y el objeto de conocimiento intervienen:

- a) Los instrumentos semióticos. Se considera que el lenguaje, como elemento fundamental de comunicación interpersonal e intrapersonal, es el principal instrumento de desarrollo humano al actuar como elemento dinamizador, desarrollador y regulador de las capacidades humanas. De ahí la vinculación de la capacidad de lectura comprensiva con la creciente capacidad de aprendizaje de un individuo.
 - b) Ambiente sociocultural. Aparece como un elemento esencial del desarrollo colectivo e individual. En el marco del socio constructivismo, se afirma que en el desarrollo cultural de una persona, toda función aparece primero a nivel social y luego a nivel individual, es decir, la internalización es la reconstrucción personal de una operación mental realizada con ayuda de otro, por ejemplo: en el caso de la matemática, en la resolución de una ecuación cuadrática, un estudiante analiza cómo son resueltas las ecuaciones por profesores u otros compañeros y luego intenta la solución individualmente; es decir, el alumno se apropia del método de solución interactuando con otras personas y lo interioriza incorporándolo a sus esquemas cognitivos personales.
- *La zona de desarrollo próximo:* este concepto constituye uno de los elementos más novedosos de la teoría de Vigotsky. Se define como la distancia entre el nivel del desarrollo del aprendiente y el nivel de desarrollo que potencialmente puede alcanzar mediante la interacción con otras personas y con el contexto. En este concepto se involucran: a) el nivel de desarrollo del aprendiente, es

decir, las condiciones iniciales del que aprende, entre las que se incluyen presaberes respecto al tema, experiencias previas, motivaciones, expectativas, metas, etc. b) la convicción de la posibilidad de desarrollo, es decir, de la posibilidad de alcanzar un nivel superior de aprendizaje. c) necesidad de un mediador experto y capacitado para guiar el proceso de aprendizaje d) continuidad del proceso, ya que una vez se alcanza un nivel de aprendizaje superior, éste se convierte en el nivel inicial para futuros aprendizajes.

Los aportes anteriores sirvieron como directrices para el diseño de los materiales de apoyo y guías de estudio individual y cooperativo que se validaron con los estudiantes asignados en los grupos experimentales del curso de MB 1. Asimismo, sirvieron como referente para la redefinición de los roles del profesor, que le caracterizan como un guía o mediador del aprendizaje; en consecuencia, su trabajo en el aula ya no consistió únicamente en el desarrollo de contenidos basados en la exposición de procedimientos y transmisión de información, sino que su actuación se trató de hacer análoga a la de un experto que genera instancias para que la comunidad de aprendizaje (grupo de estudiantes) lograra mejores resultados en el aprendizaje de la matemática y como resultado global, se incrementara el porcentaje de aprobación del curso se MB 1. Además, se estimula el desarrollo personal de los participantes a través de la transformación de creencias, hábitos y actitudes que interfieren el proceso de aprendizaje.

- *Aprendizaje cooperativo*

De acuerdo con Castillo, J. (2002) las raíces intelectuales del aprendizaje cooperativo se encuentran en una tradición educativa que enfatiza un pensamiento y una práctica democráticos, en el aprendizaje activo y en el respeto al pluralismo en sociedades multiculturales, como la guatemalteca.

Al realizar actividades académicas cooperativas, los individuos establecen metas que son benéficas para sí mismos y para los demás miembros del grupo, buscando así maximizar tanto su aprendizaje como el de los de otros. El equipo trabaja junto hasta que todos los miembros del grupo han entendido y completado la actividad con éxito.

Cabe decir que las relaciones entre iguales pueden incluso constituir para algunos estudiantes las primeras relaciones en cuyo ser tienen lugar aspectos como la socialización, la adquisición de competencias sociales, el control de los impulsos agresivos, la relativización de los puntos de vista, el incremento de las aspiraciones e incluso el rendimiento académico como meta pre establecida.

El trabajo cooperativo tiene efectos en el rendimiento académico de las participantes así como en las relaciones socioafectivas que se establecen entre ellos. Se usa el aprendizaje cooperativo como estrategia para disminuir la dependencia de los estudiantes de sus profesores y aumentar la responsabilidad de los estudiantes por su propio aprendizaje. El aprendizaje cooperativo también modela los procesos que

los científicos usan al colaborar en alcanzar un fin común: el descubrimiento del conocimiento.

El aprendizaje cooperativo permite generar aprendizajes significativos, porque la indagación propia exige más esfuerzo personal y colectivo. Se desarrollan aptitudes que el mero estudio en solitario jamás requiere y por ende nunca fomenta tener que proyectar, establecer contacto con la realidad, tratar con otras personas, clasificar, juzgar, comparar y finalmente exponer lo elaborado para hacerlo accesible a los demás.

Para (Hassard 1990) *“El aprendizaje cooperativo es un abordaje de la enseñanza en el que grupos de estudiantes trabajan juntos para resolver problemas y para terminar tareas de aprendizaje. Es un intento deliberado de influir en la cultura del salón de clases mediante el estímulo de acciones colaborativas.”*.

El equipo de investigación considera que el trabajo cooperativo contribuyó a agilizar el aprendizaje de la matemática, ya que permitió que los estudiantes luego de estimularse pudieran ayudarse mutuamente a desarrollar las tareas asignadas, tomando en cuenta que la organización para el aprendizaje cooperativo significa algo más que sentar un grupo de estudiantes bastante cerca y decirles que se ayuden los unos a los otros.

En el aprendizaje cooperativo hay cuatro elementos básicos que pueden ser parte de un modelo del mismo. Un grupo pequeño, verdaderamente cooperativo se estructura cuidadosamente para asegurar:

- Interacción cara a cara.
- Responsabilidad individual.
- Interdependencia positiva.
- Desarrollo de estrategias de convivencia social.

Para Johnson, Johnson y Holubec (1993), citado por Castillo, J. (2002) “El profesor tiene un papel de seis partes en el aprendizaje cooperativo formal.

- Especificar los objetivos de la clase.
- Tomar decisiones previas acerca de los grupos de aprendizaje, el arreglo del salón y distribución de materiales dentro del grupo.
- Explicar la estructura de la tarea y de la meta a los estudiantes.
- Iniciar la clase de aprendizaje cooperativo.
- Monitorear la efectividad de los grupos de aprendizaje cooperativo e intervenir de ser necesario.
- Evaluar los logros de los estudiantes y ayudarlos en la discusión de cuan bien ellos colaboraron unos con los otros.

Además de lo anterior, en la implementación de la propuesta metodológica alternativa, se consideraron las dificultades asociadas al trabajo cooperativo

reportadas en diferentes ensayos metodológicos, tales como: disposición y capacidad de los estudiantes para trabajar en equipo, transformación de los roles docentes y aceptación de los mismos por la comunidad docente de una institución, tiempo requerido para el trabajo colaborativo, entre otras.

▪ *Sociedad del conocimiento*

La noción de “sociedad del conocimiento” (*knowledge society*) surgió hacia finales de los años 90 y es empleada particularmente en medios académicos, como alternativa a la expresión “sociedad de la información”.

La UNESCO, en particular, ha adoptado el término “sociedad del conocimiento”, o su variante “sociedades del saber”, dentro de sus políticas institucionales. Ha desarrollado una reflexión en torno al tema, que busca incorporar una concepción más integral, no en relación únicamente con la dimensión económica. Por ejemplo, Abdul Waheed Khan (subdirector general de la UNESCO para la Comunicación y la Información), escribe: *“La sociedad de la Información es la piedra angular de las sociedades del conocimiento. El concepto de “sociedad de la información”, a mi parecer, está relacionado con la idea de la “innovación tecnológica”, mientras que el concepto de “sociedades del conocimiento” incluye una dimensión de transformación social, cultural, económica, política e institucional, así como una perspectiva más pluralista y desarrolladora. El concepto de “sociedades del conocimiento” es preferible al de la “sociedad de la información” ya que expresa mejor la complejidad y el dinamismo de los cambios que se están dando. (...) el conocimiento en cuestión no sólo es importante para el crecimiento económico sino también para empoderar y desarrollar todos los sectores de la sociedad”*.

Esta conceptualización tiene repercusiones educativas, particularmente en el ámbito de la educación superior, las cuales fueron tomadas en cuenta en la definición de las líneas prioritarias de investigación realizada por la DIGI para el 2008, en las cuales se enmarca el presente estudio.

A continuación se enuncian algunas de las competencias y requerimientos de la sociedad del conocimiento, extraídas del documento que al respecto publicó la UNESCO, que se tomaron en consideración en el diseño de la propuesta metodológica alternativa ensayada en el marco de la investigación propuesta.

- Multivalencia: cultura básica general
- Capacidad de pensar y resolver problemas en términos de incertidumbre.
- Iniciativa personal
- Responsabilidad personal
- Juicio crítico y deliberativo
- Competencia comunicativa: oral, escrita e icónica
- Capacidad de autoaprendizaje y autocontrol
- Capacidad de asumir riesgos
- Capacidad de trabajar en equipo
- Capacidad de actuar en contextos culturales diferentes

- Capacidad de análisis y reflexión
- Destreza en el uso de tecnología

Implicaciones educativas:

- La unidad de análisis es el conjunto de las acciones de los estudiantes.
- Atención centrada en el aprendizaje y en los aprendientes.
- Profesor como facilitador del aprendizaje.
- Lo importante no es transmitir, sino ayudar a adquirir y utilizar conocimientos.
- Se acentúan los procesos cognitivos internos del que aprende (los que moviliza al aprender).

Este enfoque justifica el diseño de la situación experimental ensayada, ya que incluye la formación de comunidades de aprendizaje presenciales y virtuales, con el fin de desarrollar las competencias y satisfacer los requerimientos antes mencionados, en el marco del aprendizaje de la matemática y, adicionalmente, resolver el problema que da origen a la investigación

➤ **Marco referencial**

El problema de bajos índices de aprobación de los cursos de matemática que se imparten en todos los niveles educativos y la consecuente búsqueda de estrategias metodológicas alternativas a la clase magistral que permitan incrementarlos, constituye un problema mundial para el que aún no se cuenta con soluciones globales.

En las últimas décadas, la matemática educativa ha tenido un marcado desarrollo que permite en la actualidad contar con resultados de investigación y de innovación educativa que orientan la búsqueda de soluciones.

La mayoría de resultados revisados al respecto del tema, se refieren a propuestas ensayadas en el nivel primario y el nivel medio. Al parecer, en el nivel superior persiste la creencia que a su ingreso a la universidad los estudiantes poseen capacidades cognitivas desarrolladas que les permiten un fácil acceso a los cursos de matemáticas que se imparten en las diversas carreras y por lo tanto, la metodología con que se guía el aprendizaje es irrelevante; esto ha propiciado la permanencia de la clase magistral como metodología predominante en los procesos educativos. Sin embargo, los bajos índices de aprobación observados y los requerimientos que la sociedad hace actualmente respecto a la formación de los futuros profesionales, aportan evidencia en sentido contrario y enfatizan la necesidad de que en las universidades se ensayen propuestas alternativas a la clase magistral tendientes a mejorar el aprendizaje en general y de la matemática en particular.

En el ámbito latinoamericano, para el nivel superior se han documentado experiencias basadas en el aprendizaje cooperativo, modalidades de educación a distancia basadas en el uso de tecnología, y experiencias enfocadas en la pedagogía activa. El denominador común entre ellas es que a través de la variación de la clase

magistral como estrategia metodológica se ha logrado mejorar (aunque en diferentes escalas) el rendimiento de los estudiantes en los cursos de matemática. Esto permite afirmar que el éxito alcanzado por los estudiantes en el aprendizaje de la matemática (que puede ser operacionalizado cuantitativamente como el porcentaje de aprobación) depende de la metodología con lo cual se desarrollan los cursos.

De particular interés para el estudio realizado, son los aportes surgidos del trabajo investigativo de Cordovés, A. (2003) quien al analizar educación superior cubana expresa: *“La Educación Superior en Cuba viene atravesando un proceso de perfeccionamiento donde el sistema de carácter instructivo está cediendo terreno a un proceso novedoso que persigue el desarrollo personal integral de los futuros profesionales Consideramos que el enfoque histórico-cultural resulta el referente teórico a elegir y un paradigma para la investigación en el campo”*. En el mismo documento, comenta los logros alcanzados a través de la promoción del aprendizaje cooperativo de diferentes disciplinas, entre ellas la matemática.

Por su parte, Amante, A & Romero, C. (2002) como resultado de la investigación denominada “Estudio comparativo de la introducción de aprendizaje cooperativo en diferentes titulaciones técnicas”, realizada con estudiantes de la Universidad Europea de Madrid, expresan: *“Este trabajo pone de manifiesto que esta metodología requiere un mayor esfuerzo por parte de los alumnos, pero que los estudiantes que se implican en la asignatura y en la metodología de aprendizaje cooperativo obtienen calificaciones más altas. En general aumenta la motivación de los alumnos por la asignatura, aspecto básico para que los alumnos aprendan. Por ello nos parece una metodología de trabajo que se adapta a distintas asignaturas y distintos tipos de estudios técnicos”*.

Otro aporte que se considera valioso, es el de Abaira, C. & Santamaría, F. (2006) quienes hacen una propuesta que denominan “Integración de herramientas Web en matemática”, en la que buscan a través del aprendizaje cooperativo presencial y virtual, satisfacer los requerimientos de la sociedad del conocimiento.

A nivel centroamericano solo se ubicaron reportes de experiencias ensayadas en la Universidad de Panamá y la Universidad de Costa Rica, relacionadas con la educación a distancia.

Para el caso de Guatemala, no se encontraron reportes de experiencias ensayadas sistemáticamente con orientación investigativa, tendientes a elevar el rendimiento de los estudiantes en los cursos de matemática, salvo la inclusión de cursos preparatorios o de nivelación de conocimientos, pero impartidos con la misma metodología.

Al interior de la Facultad de Ingeniería, el Proceso de Reforma de la Etapa Básica, realizado en 1991, concluye con evidenciar la necesidad de realizar pruebas de ubicación de los estudiantes de primer ingreso, para garantizar que contaran con los conocimientos matemáticos básicos que les permitieran mostrar un mejor rendimiento en el curso de Matemática Básica 1, que el mostrado estadísticamente hasta entonces. El proceso dio inicio hasta 1999, con la aplicación de pruebas de

ubicación de matemática y física, y cursos remediales para los estudiantes que no aprobaran dichas pruebas. En el año 2000, se inicia el proceso de aplicación de pruebas específicas de matemática para ingeniería, las cuales tienen un carácter obligatorio para los estudiantes de primer ingreso. Se esperaba que a partir de entonces, el índice de aprobación del curso de MB 1, se incrementara significativamente. Sin embargo, a pesar de que efectivamente el porcentaje de aprobación global logró ascender hasta un valor máximo del 20%, se considera que el problema de repitencia (80%) persiste.

A partir de la puesta en vigencia del nuevo reglamento de evaluación para los estudiantes de la USAC, del 2005 a la fecha, se observa un incremento del porcentaje de aprobación del curso de MB 1 en relación a la década anterior, pero disminuye el número total de alumnos asignados. Por las modalidades de asignación de cursos en la Facultad de Ingeniería, esto significa que un gran número de estudiantes permanece en las aulas en calidad de oyentes o bien abandonan el curso; en cualquier caso, continúan sin aprobarlo.

Como síntesis de lo anterior, puede afirmarse que la solución al problema planteado no se había abordado antes desde la perspectiva propuesta en el presente estudio.

A continuación se describen los componentes del método de investigación ensayado en el estudio del problema definido.

➤ **Enfoque**

Desde la perspectiva investigativa el estudio que se realiza es explicativo ya que buscaba establecer y explicar las relaciones que existen entre el rendimiento de los alumnos del curso de Matemática 1 y la metodología de enseñanza; puede además clasificarse como de tipo mixto, ya que debido al marco teórico adoptado, en la medición de la variable dependiente se conjugaron indicadores cuantitativos (% de aprobación de los grupos en estudio) con indicadores empíricos de tipo cualitativo (hábitos, creencias y actitudes explicitados por los estudiantes).

➤ **Variables**

- *Variable Independiente:* se define como el método de enseñanza utilizado en el curso de Matemática Básica 1, con la siguiente notación:
M₁: centrado en la clase magistral y descrito en detalle en el apartado siguiente.
M₂: propuesta alternativa, descrita en detalle en el diseño del experimento.
Esta variable se operacionaliza a través de la explicitación de las actividades que realiza el docente para guiar el proceso de aprendizaje de los estudiantes del curso del Matemática Básica 1.
- *Variable dependiente:* rendimiento de los estudiantes en el curso de Matemática Básica 1.
En coherencia con el enfoque teórico adoptado, se tomaron como

indicadores de esta variable lo siguiente:

- Indicador cuantitativo: % de aprobación de los alumnos asignados en el grupo experimental y en el grupo control, del curso de Matemática Básica 1.
- Indicadores cualitativos: comportamientos actitudinales explicitados por los estudiantes del grupo experimental.

➤ **Hipótesis de investigación**

- La revisión de estudios relacionados con el problema de investigación planteado, aporta evidencia acerca de la relación de causalidad que existe entre las notas obtenidas por los alumnos en los cursos de matemática, y la metodología con la cual se orienta su aprendizaje. A partir de ello y en coherencia con la primera pregunta de investigación, se planteó la primera hipótesis:

H₁: El porcentaje de aprobación del curso Matemática Básica 1 depende de la metodología utilizada en su desarrollo.

- La teoría y práctica de la educación matemática indican que es posible mejorar el rendimiento de los alumnos en los cursos de matemática, en la medida en que la metodología utilizada promueva la participación activa de los estudiantes, tanto en el estudio individual como en contextos colaborativos. Con base en ello y en coherencia con la segunda pregunta de investigación, se planteó la segunda hipótesis:

H₂: Es posible incrementar el porcentaje de aprobación del curso Matemática Básica 1 a través del ensayo de una propuesta metodológica centrada en el aprendizaje, alternativa a la clase magistral la cual se centra en la enseñanza.

- El análisis estadístico de los porcentajes de aprobación del curso de Matemática Básica 1, aporta evidencia de que éste es menor en las secciones de alumnos repitentes hasta antes del 2005, disminuyendo la diferencia de esa fecha hasta la actualidad. Con base en ello y en coherencia con la tercera pregunta de investigación se planteó la tercera hipótesis:

H₃: Los porcentajes de aprobación del curso de Matemática Básica 1 en los grupos experimentales de alumnos de primer ingreso y de alumnos repitentes, no difieren estadísticamente.

- Con base en los resultados del ensayo de propuestas que involucran el aprendizaje cooperativo, se obtuvo información acerca de las transformaciones actitudinales generadas en los estudiantes que aprenden a través de esta metodología. A partir de ello y en coherencia con la cuarta pregunta de investigación, se planteó la última hipótesis:

H₄: Los estudiantes participantes en los grupos experimentales manifestarán transformaciones actitudinales y competencias relacionadas con hábitos y estrategias de estudio, capacidad de trabajar en equipo, autonomía de aprendizaje, entre otras.

➤ Tipo de estudio

Por su enfoque metodológico, la investigación se desarrolló como un estudio experimental simple (una variable independiente y una variable dependiente) con pretest y posttest. El pretest consistió en un examen de final de curso que se tomó del banco de datos de la Jefatura de Área de Matemática Básica, de la Facultad de Ingeniería. Dicha prueba incluye los conocimientos que deben poseer los estudiantes de MB 1 al finalizar el curso y había sido aplicado a otros grupos de estudiantes, antes del 2005, por lo que ya había sido validada. A partir de su aplicación al inicio de clases, se midió el valor inicial del indicador cuantitativo de la variable dependiente en los estudiantes de los grupos en estudio. El posttest, consistió en el examen de final de curso que se aplicó a todas las secciones de Matemática Básica 1 de la jornada matutina (entre las que se encuentran el grupo experimental y el grupo control). Dicha prueba fue elaborada por el Jefe del Área de Matemática Básica, del Departamento de Matemática de la Facultad de Ingeniería, a partir de los aportes de un grupo de profesores que imparten el curso y que fueron nombrados para ello. De esta manera, se midió el valor final de la variable dependiente y se garantiza la objetividad de la medición de los cambios observados en los conocimientos de contenidos propios del curso.

El estudio realizado se caracteriza por lo siguiente:

- *Manipulación intencional de la variable independiente*
La variable independiente se definió como la metodología utilizada en el curso de Matemática Básica 1, la cual se caracteriza a continuación:
M₁: de acuerdo con lo indicado en el programa de MB 1 y aportes de profesores que impartieron el curso en el 2007, esta variable se manifiesta operacionalmente a través de las siguientes acciones:
 - Explicaciones por parte del profesor que motiven la participación de los estudiantes.
 - Desarrollo de ejemplos de acuerdo a cada una de las carreras de Ingeniería.
 - Prácticas por parte de los estudiantes con orientación del profesor.
 - Prácticas de laboratorio basadas en el uso de un SAC (Sistema de Algebra Computacional).
 - Asignación de ejercicios de tarea que se entregan previo a la realización de los exámenes parciales.
 - .

La manipulación intencional de M₁ se caracteriza a través de la propuesta metodológica alternativa, denotada por M₂, en la cual se combinaron los fundamentos teóricos adoptados, traducidos operacionalmente a:

- Proceso de inducción de los estudiantes respecto a los hábitos y estrategias utilizadas en el aprendizaje individual de la matemática, a realizada previo al inicio del curso.
- Atención a las diferencias individuales de los estudiantes, a través de guías de trabajo que incluyen: la explicitación y activación de los conocimientos previos que se requiere para el aprendizaje significativo de la temática a abordar en cada unidad del curso, indagación de las creencias de los estudiantes respecto a la naturaleza de la matemática y su aprendizaje, explicitación de los niveles de competencia que deben alcanzarse en las evaluaciones parciales (3 en total) y en la evaluación final del curso, vinculación del aprendizaje de la matemática con situaciones de la práctica de la ingeniería, promoción del aprendizaje autónomo, desarrollo de funciones psicológicas superiores a través de la resolución de problemas y el enfoque sistémico de los saberes a aprender (de acuerdo con Vigotsky, razonamiento, modelación, comunicación y lenguaje matemático, meta cognición, entre otras).
- Fomento de la construcción y consolación de la sociedad del conocimiento, a través del desarrollo de competencias derivadas de la participación en comunidades de aprendizaje tanto presenciales, como virtuales por medio de la utilización de recursos disponibles en Internet, entre las que pueden mencionarse: capacidad investigativa, actitud propositiva, juicio crítico, liderazgo académico, capacidad de trabajo en equipo, uso de tecnología con fines de aprendizaje.
- Inclusión de aspectos actitudinales que influyen en la capacidad cognoscitiva de los estudiantes, tales como: motivación para el aprendizaje de la matemática, perseverancia en la búsqueda de la excelencia académica, apertura al diálogo y aceptación de formas alternas de plantear y resolver problemas, utilización ética del conocimiento, entre otras.

La manipulación de la variable independiente se realizó en los niveles de presencia (en el grupo experimental) y ausencia (en el grupo control).

- *Medición del efecto que tiene la manipulación de la variable independiente en la variable dependiente*

A partir de la manipulación intencional descrita de la variable independiente (metodología de enseñanza en el curso de MB 1), se midieron los efectos de dicha manipulación en la variable dependiente (rendimiento de los estudiantes de MB 1), a través de la comparación de los porcentajes de aprobación en el grupo experimental y en el grupo control, así como con los de las secciones restantes de alumnos de primer ingreso y de repitentes de la jornada matutina; también se incluyen los cambios cualitativos observados en los comportamientos relacionales de los participantes en los grupos experimentales.

- *Control de la validez interna de la situación experimental*

Con base en el análisis de los factores de riesgo de la validez de la situación experimental ensayada, se tuvo especial cuidado en los siguientes aspectos:

- Equivalencia inicial de grupos: se logró que el grupo experimental y control de fueran homogéneos en cuanto a horario del curso, instrumentos a utilizar para la recolección de información, día y horario de aplicación de las pruebas, etc. La elaboración del perfil de los estudiantes participantes en cada grupo, propuesta como parte del estudio y la aplicación del pretest para establecer el valor inicial del indicador cuantitativo, pretenden garantizar estadísticamente la homogeneidad inicial de los grupos en comparación.
- Equivalencia durante el experimento: el desarrollo del curso se realizó con el mismo programa de acuerdo con la misma calendarización; los salones de clase se encuentran ubicados en el mismo edificio y cuentan con los mismos recursos, el texto utilizado en el curso fue el mismo, la ponderación de los exámenes parciales y examen final se hizo de acuerdo con el reglamento de evaluación vigente para todas las secciones, los exámenes parciales y final fueron iguales para todas las secciones y se aplicaron el mismo día en el mismo horario, etc.

Tal como se indicó en el diseño del experimento, entre las limitaciones del estudio se encuentra la imposibilidad de la distribución al azar de los participantes en los grupos en estudio, debido a las condiciones determinísticas que rigen la asignación de estudiantes al interior de la Facultad de Ingeniería, las cuales no pueden ser modificadas. Sin embargo, puesto que las condiciones impuestas por el entorno en el cual se ensayó la situación experimental serán las mismas en que la propuesta se adopte, si así lo deciden las autoridades, el equipo investigador considera que este hecho, aunque restrictivo metodológicamente no constituye un factor de riesgo de la validez interna del experimento.

➤ **Etapas**

Debido a las condiciones especificadas en el marco referencial, el estudio se dividió en dos etapas que coinciden con los semestres académicos del 2008: durante el primer semestre se ensayó la propuesta de enseñanza alternativa con estudiantes de primer ingreso, es decir, que se asignan por primera vez el curso de Matemática Básica 1. Por esta razón se consideró que en el momento de la evaluación intermedia de los avances de la investigación, deberían haberse alcanzado los tres primeros objetivos específicos, referentes al grupo experimental de alumnos de primer ingreso. Durante el segundo semestre la propuesta fue ensayada con un grupo de estudiantes repitentes, es decir, que anteriormente se habían asignado al menos una vez el curso de Matemática Básica 1.

➤ **Fases**

Ambas etapas del estudio se desarrollaron en varias fases, algunas de las cuales no son mutuamente excluyentes y se presentan por separados solo con fines expositivos.

- *Revisión bibliográfica*
Se realizó una amplia revisión bibliográfica acerca de la temática relacionada con el estudio, para orientar el desarrollo de la investigación, entre la que destaca: reportes de investigación acerca de innovaciones en la enseñanza de la matemática en el nivel superior, socio constructivismo, aprendizaje cooperativo, comunidades presenciales y virtuales de aprendizaje, diseño de materiales interactivos de aprendizaje, estrategias de aprendizaje, elaboración de mapas conceptuales, entre otros.
- *Diseño de instrumentos de recolección de información*
Se diseñó una boleta con la cual se recabó información referente a los hábitos y estrategias de estudio de la matemática que poseen los estudiantes tanto del grupo experimental como del grupo control. Se indagaron además aspectos personales como la edad, sexo, año de graduación del nivel medio, creencias acerca de sus conocimientos matemáticos previos, disposición para participar en el trabajo cooperativo, conocimientos y disponibilidad para participar en entornos virtuales de aprendizaje, entre otros.
- *Validación de instrumentos de recolección de información*
Se eligió aleatoriamente una muestra de 15 estudiantes del grupo experimental y 15 del grupo control (para totalizar 30 estudiantes) y se validó el instrumento diseñado.
- *Recolección de información*
Se procedió a aplicar el instrumento validado a todos los estudiantes restantes del grupo experimental y del grupo control. Por otra parte, se procedió a la construcción de base de datos que incluye: puntajes obtenidos por los estudiantes de ambos grupos en las pruebas de aptitud académica realizadas por la USAC y en las pruebas específicas realizadas en la Facultad de Ingeniería. Los conocimientos que poseen los estudiantes acerca de la temática que se desarrollará en el curso de Matemática Básica 1, se indagaron a través de la aplicación del pretest.
- *Elaboración de perfil de los estudiantes de los grupos en estudio*
Con base en la información recabada se describieron los rasgos esenciales que caracterizan a los estudiantes de los grupos en estudio, comparándose los valores promedio de los parámetros definidos, para establecer la homogeneidad de los grupos.
- *Diseño de materiales de apoyo y guías de trabajo*
Paralelamente a la implementación de la metodología de enseñanza

alternativa, se diseñaron materiales de apoyo interactivos orientados a la promoción del estudio individual y guías de trabajo cooperativo, tanto en forma presencial como en forma virtual con ayuda de Internet. Dichos materiales se pusieron a disposición de los alumnos en la página Web implementada para el curso, en forma de 55 guías de estudio individual y 20 de trabajo cooperativo, 5 presentaciones motivacionales para el inicio de cada unidad y 8 módulos de repaso para integrar los conocimientos de cada unidad. Se publicó la solución de los exámenes parciales y el examen final con fines de retroalimentar el aprendizaje.

- *Ensayo de la propuesta metodológica*

Se constituyó en el centro de atención de la investigación: en la primera etapa se realizó del 16 de enero al 31 de mayo, y en la segunda etapa abarcó el período del 16 de julio al 12 de noviembre. En términos generales, tanto los roles docentes como los de los estudiantes del grupo experimental se reformularon a la luz de los requerimientos educativos de la sociedad del conocimiento, fundamentos teóricos de la perspectiva holística de la educación matemática y lineamientos didácticos que emergen de consideraciones procedentes de la postura socioconstructivista del conocimiento; particularmente, el aprendizaje cooperativo presencial y virtual.

Durante todo el proceso de implementación se llevó registro de conductas manifestadas por los estudiantes en sus acciones individuales y en sus interrelaciones grupales, a través de la observación no participativa de todas las sesiones de clase. Los alumnos elaboraron un texto paralelo con la realización de las actividades de aprendizaje propuestas.

A través del correo electrónico y un foro de preguntas y respuestas, se estableció comunicación con todos los estudiantes del grupo experimental para brindarles apoyo con referencia a dudas respecto a temas desarrollados, proporcionar motivación personal continua y resolver problemas relacionados con disponibilidad de recursos (libros, acceso a Internet, problemas personales)

La propuesta ensayada parte de las siguientes premisas:

- Los estudiantes tienen la aptitud académica requerida para aprender matemática y en consecuencia, de aprobar el curso de MB 1. La aceptación de esta premisa tiene como consecuencia la confianza en la posibilidad de desarrollo cognitivo de los estudiantes, lo cual se considera necesario explicitar reiteradamente como estrategia para generar y fortalecer la auto confianza en la capacidad cognitiva.
- Los alumnos poseen diferencias individuales en cuanto a sus creencias, intereses, motivaciones, conocimientos y experiencias previas, disposición de aprender, recursos, capacidad de adaptación, etc. que los docentes deben conocer para poder atender tanto dichas diferencias individuales como la diversa manifestación de las mismas.

- Los principales obstáculos que enfrentan los estudiantes a su ingreso a la Facultad de Ingeniería son: carencia de hábitos y estrategias para aprender matemática de manera autónoma, falta de costumbre de esforzarse de manera continua, problemas de sociabilidad al encontrarse con un grupo numeroso que en su mayoría son personas desconocidas.
- El rol del profesor se concibe como el de estratega, guía y generador de oportunidades de aprendizaje autónomo, haciendo que la tarea docente trascienda la mera transmisión de información respecto a temas matemáticos.

Con este enfoque se considera que el aprendizaje de la matemática abarca:

- Aspectos cognitivos: relacionados con el aprendizaje de conceptos, principios, procedimientos o algoritmos, modelación y resolución de problemas.
- Aspectos procedimentales: comunicación usando lenguaje matemático, elaboración de conjeturas, reconocimiento de patrones, establecimiento de relaciones, diseño y ensayo de estrategias de solución, establecimiento de analogías, razonamientos de generalización y deducción, control de la validez de las respuestas obtenidas, construcción de argumentaciones, entre otros.
- Aspectos actitudinales: responsabilidad, perseverancia, esfuerzo, liderazgo académico, capacidad de diálogo, capacidad de trabajo en equipo, juicio crítico, hábito de estudio, estrategias de estudio (lectura analítica, elaboración de mapas conceptuales, organización de información, sistematización de métodos y procedimientos, entre otros), optimización del tiempo disponible, disposición de aprender, interés y capacidad de investigar, búsqueda bibliográfica, respeto, tolerancia, solidaridad, capacidad de socializar, entre otros.

Las principales características del trabajo en el aula son:

- **Generación de entorno propicio para el aprendizaje, el cual estuvo regido por:**
 - **Fomento de Valores:** se promocionó el respeto en las interrelaciones entre los estudiantes, particularmente en el trato dado a las mujeres; puntualidad en el ingreso al aula, responsabilidad en la entrega de tareas individuales y grupales, cultura de diálogo en las discrepancias de procedimientos o respuestas, solidaridad intragrupal e intergrupala; tolerancia ante formas diversas de argumentar o resolver; libertad de expresión, asociación e incluso de equivocarse y corregir; entre otros.
 - **Fomento de actitudes positivas:** aprecio y orgullo por la oportunidad de estudiar en la USAC, alegría de vivir, curiosidad por aprender más allá de lo requerido para aprobar un curso, disposición de esfuerzo por lograr la excelencia académica, perseverancia, hábito de estudio, compromiso

consigo mismo, con la familia y con la sociedad; deseos de triunfar, auto confianza, determinación, indagación y reflexión sobre el propio aprendizaje, entre otras.

- **Desarrollo de competencias:** se promovió el desarrollo de la capacidad de comunicación en forma oral y escrita, lectura comprensiva de textos y enunciados, capacidad de análisis y de síntesis de información, habilidad para modelar y resolver problemas matemáticos, capacidad para trabajar en equipo, juicio crítico, capacidad organizativa, capacidad de trabajar bajo presión y en tareas diferentes, entre otros.
- **Motivación continua:** se utilizaron diversos recursos y estrategias para motivar a los estudiantes a asumir el reto de aprender matemática y como consecuencia, aprobar el curso. Fundamentalmente se les manifestó diariamente la confianza en su capacidad de aprender, se les orientó en cuanto a cómo estudiar, cómo organizar su tiempo disponible, qué fuentes bibliográficas consultar, qué era lo más importante de aprender, para qué les serviría en la carrera, cómo se vinculaba con otros cursos, entre otros.
- **Generación y aprovechamiento de materiales de apoyo:** Se generaron 55 guías de estudio individual y 20 de trabajo cooperativo, además se diseñaron 8 módulos de ejercicios integradores de los contenidos de cada unidad para auto evaluación de lo aprendido. Se utilizaron páginas, ejercicios, videos, etc. que se encuentran disponibles en la red.
- **Fomento de la investigación y el planteamiento de dudas:** A través de las guías de estudio se promovió que los alumnos llegaran a clase con el tema revisado el día anterior, con dudas identificadas e inclusive con propuesta de problemas para resolver.
- **Actividad centrada en el aprendizaje:** La propuesta ensayada transformó la educación tradicional cuyo centro de atención es la enseñanza del profesor a un grupo de estudiantes, en una interacción entre docente y alumnos con fines de aprendizaje. Fundamentalmente, se presentaban los temas mostrando conexiones históricas, indagando los conocimientos previos a través de preguntas, proponiendo ejercicios retadores, resolviendo problemas, dirigiendo preguntas directas cuyas respuestas se sometían a discusión. En sesiones de clase participaban en el pizarrón de tres a cinco estudiantes resolviendo los ejercicios propuestos, discutiendo errores, etc. Se acordó que cuando un problema no pudiera ser resuelto en clase por ningún estudiante, éste quedaba de tarea para el día siguiente en que todos lo deberían entregar

individualmente en una hoja. Al inicio de la clase siguiente se recogía la hoja y se solicitaba a voluntarios que lo resolvieran, si no se llegaba a la respuesta correcta, se formaban los equipos de trabajo cooperativo y cada grupo entregaba la solución grupal. Solo como última instancia, la profesora debía resolverlo. En todo el semestre en muy pocas ocasiones ninguno de los grupos logró resolver el problema planteado.

- *Análisis de información*

A los resultados obtenidos por los estudiantes de los grupos en estudio, se aplicaron técnicas de la estadística descriptiva para establecer el rendimiento promedio, porcentajes de aprobación, deserción y reprobación, varianza y desviación estándar de la distribución de frecuencias de las notas. Por otra parte, posterior a cada examen parcial y después del examen final (postest), se aplicaron fundamentos de la estadística inferencial, en la comparación de los porcentajes de aprobación en el grupo experimental y en el grupo control; la misma técnica se aplicó en la comparación de los resultados obtenidos al aplicar la propuesta con alumnos del grupo experimental y de todas las secciones restantes de la jornada matutina en ambas etapas del estudio.

- *Evaluación de la propuesta metodológica alternativa*

Como producto del análisis de información descrito en el inciso anterior, fue posible aceptar o rechazar las hipótesis planteadas, estableciendo en qué medida se ha resuelto el problema cuya solución se busca a través de la realización del estudio. En concordancia con el diseño de investigación adoptado, se practicó con la participación de los estudiantes del grupo experimental una evaluación de tipo cualitativo, en la cual los actores expresaron tanto en forma oral como por escrito su apreciación de las potencialidades y limitaciones que de acuerdo con su experiencia, tiene la propuesta ensayada. Además se entrevistó a 25 estudiantes del grupo experimental de ambas etapas y se trabajó con grupos focales, en periodos extraclase.

- *Elaboración de informe final*

Se consolidaron e interpretaron los resultados obtenidos y se procedió a la elaboración del informe final de la investigación, en el cual se incluye una amplia descripción de la propuesta ensayada, así como las conclusiones y recomendaciones derivadas de la misma.

- *Divulgación:*

Se presentaron los resultados obtenidos a las autoridades de la Facultad de Ingeniería, Profesores y auxiliares del Departamento de Matemática de la misma unidad académica, integrantes de las comisiones de Educación y Estudios para la Paz de la DIGI y profesores e investigadores de la Facultad de Ingeniería. Los resultados globales se presentarán XXIII Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa a realizarse en julio de 2009, en la República Dominicana.

➤ **Actores**

En ambas etapas de la investigación, participaron como protagonistas los estudiantes asignados en el grupo experimental; en interacción directa con ellos se ubica la profesora del curso quien coordinó el trabajo del grupo de investigación y del profesor auxiliar del proceso docente, estableciendo vínculos entre el trabajo investigativo y el trabajo docente.

➤ **Factores**

La realización del estudio estuvo condicionada por los siguientes factores, los cuales por su naturaleza externa a la investigación e interna a la Facultad de Ingeniería, no son modificables.

- Programa del curso y tiempo establecido para su desarrollo.
- Número de estudiantes asignados en el grupo experimental y grupo control, los cuales son de 130 y 82, respectivamente en la primera etapa; en la segunda etapa la relación varió trabajando con 58 en el grupo experimental y 72 en el grupo control.
- Reglamento de evaluación vigente en la Facultad de Ingeniería.
- Proceso de asignación de estudiantes a los cursos de MB 1.

➤ **Situaciones**

Las situaciones más relevantes en la realización de la investigación son:

- Los materiales de apoyo y las guías de trabajo colaborativo se diseñaron paralelamente al desarrollo de la investigación, salvo las de la primera unidad que fueron diseñadas previamente por la coordinadora del proyecto para poder contar con ellas al inicio del curso.
- La implementación de la situación experimental se ensayó en horario de 7:10 a 8:50 horas, cuatro días a la semana, de acuerdo con la distribución de secciones realizada por la Coordinación del Departamento de Matemática.
- A pesar de que los resultados de la primera etapa se socializaron con los profesores del Departamento de Matemática de la Facultad de Ingeniería, la situación experimental no se varió en el segundo semestre para no introducir sesgos en los resultados de la segunda etapa, correspondiente a grupos de alumnos remitentes.

7. Presentación de resultados

Los principales resultados obtenidos de la investigación se presentan a continuación, incluyendo primero los productos materiales generados y luego ordenando la información por su fuente de obtención:

➤ **Productos materiales**

- Documento de apoyo impreso de 150 páginas, titulado “Aprendamos a aprender matemática”, el cual se utilizará con los alumnos participantes en proyecto de investigación acerca de estilos de aprendizaje, durante el 2009.

- Tres videos motivacionales para el aprendizaje de: funciones, geometría y trigonometría.
- Página Web disponible para estudiantes de MB 1 participantes en grupos experimentales del 2009.

➤ Conocimientos generados

- **Ensayo de propuesta metodológica alternativa a la enseñanza tradicional**

Tal como se explicitó en la descripción de la propuesta metodológica ensayada, se buscaba mejorar el rendimiento de los estudiantes de Matemática Básica 1 y a la vez, el desarrollo de actitudes y competencias requeridas a los futuros profesionales que laborarán a mediano plazo, en el marco de la emergente sociedad del conocimiento.

El ensayo de la propuesta permitió identificar la problemática más relevante que enfrentan los estudiantes de primer ingreso para aprobar el curso de Matemática Básica 1, la cual se presenta en orden de prioridad:

- Falta de hábito de estudio al ingreso a la universidad.
- Carencia de métodos y técnicas de estudio de la matemática.
- Factores sociales: desconocimiento de la mayoría de compañeros de estudio.
- Ritmo acelerado de clases.
- Dificultad para organizar el tiempo disponible en función de las exigencias de todos los cursos.
- Distracciones
- Falta de perseverancia en el esfuerzo continuado.
- Creencia en la baja dificultad del curso.
- Deficiencia de conocimientos matemáticos adquiridos en el nivel medio en temáticas como geometría y estrategias de resolución de problemas.
- Dificultad para adquirir de manera inmediata el libro de texto, calculadora y otros materiales,
- Falta de orientación por parte de la institución respecto a las exigencias académicas de la carrera y recursos disponibles en la facultad.
- Falta de bibliografía adicional al libro de texto.
- Dificultad de acceso a Internet en casa.
- Problemas personales.

En cuanto al grupo de alumnos repitentes, se observó la manifestación de todos los factores anteriores, con excepción de los factores sociales referentes al desconocimiento de sus compañeros de clases. A su vez se observaron otras limitantes que se consideran fuertes obstáculos para el aprendizaje:

- Profunda desmotivación para el esfuerzo continuado.
- Frustración por la o las reprobaciones anteriores del curso.

- Creencia arraigada en que ya se conocen los contenidos programáticos del curso.
- Interés centrado en aprobar el curso y no en profundizar en el aprendizaje.

Adicionalmente, se identificaron los temas considerados por los alumnos como más fáciles y más difíciles de aprender, los cuales se muestran a continuación:

Temas más fáciles	Temas más difíciles
Funciones polinomiales	Geometría
Ley de Senos y Cosenos	Modelación y resolución de problemas
Desigualdades	Funciones
Función Lineal	Ecuaciones e identidades trigonométricas
	Ecuaciones logarítmicas y exponenciales

Cuadro 2: Temática más fácil y más difícil de aprender en el curso MB 1

Los resultados formativos más significativos de la implementación de la propuesta, identificados de manera conjunta por el equipo de investigación y los estudiantes participantes en los grupos experimentales de ambas etapas son:

- Conocimientos matemáticos amplios y profundos.
- Formación de hábito de estudio.
- Guía para la estructuración de método individual de estudio.
- Deseos de triunfar en la carrera.
- Disposición para esforzarse al máximo.
- Descubrimiento de la capacidad de aprender matemática.
- Desarrollo de responsabilidad por el estudio autónomo.
- Aprender a trabajar en equipo en forma presencial y virtual.
- Aprender a investigar temas matemáticos en estudio.
- Desarrollo de gusto por aprender matemática.
- Aprender a trabajar bajo presión.
- Aprender a organizar el tiempo de estudio.
- Auto confianza y determinación
- Uso de Internet con fines de aprendizaje.

Los resultados descritos anteriormente permiten afirmar que se alcanzó la meta propuesta en el objetivo general número 1, el cual se definió como: “*Ensayar propuesta metodológica alternativa a la clase magistral, en el curso de Matemática Básica 1, tanto para estudiantes de primer ingreso como para alumnos repitentes*”

Se recopilaron las sugerencias de los alumnos para mejorar la pertinencia de la propuesta ensayada en la satisfacción de sus intereses y necesidades. Los principales aportes se enumeran a continuación:

- Incrementar el número de exámenes cortos individuales y grupales.
- Incrementar el trabajo en grupo.
- Aumentar el tiempo de clases.

- Exigencia de entrega semanal de guías de estudio individual.
- Más resolución de dudas extraclase.
- Generación de más material audiovisual, tales como videos.

Con base en estos resultados se puede afirmar el logro de las metas propuestas en el objetivo general # 3, en el cual se propone: “Generar y validar materiales de apoyo y guías de trabajo que promuevan el aprendizaje autónomo de los estudiantes de Matemática Básica 1, a través de la combinación del trabajo individual con el trabajo cooperativo, en forma presencial y virtual”. En estrecha relación con él, se alcanzó también el objetivo específico c), enunciado como: “Identificar las ventajas y limitaciones de los materiales de apoyo y guías de trabajo ensayadas, en la promoción del aprendizaje autónomo de los estudiantes de primer ingreso asignados en el grupo experimental de Matemática Básica “. A la vez se puede considerar el objetivo específico análogo (f) propuesto para la segunda etapa del estudio.

• Resultados obtenidos en el pretest

Los resultados obtenidos en el pretest por los estudiantes de los grupos en estudio, permitieron establecer las condiciones iniciales en cuanto a los conocimientos previos de los contenidos a aprender en el curso, para garantizar que los resultados del postest medirían el incremento de dichos conocimientos como producto de la participación en el curso. En la primera etapa, el pretest se aplicó el 14 de febrero y en la segunda etapa, fue aplicada el 1 de agosto.

Los resultados se muestran en el Cuadro 3.

Nota de promoción	Grupo Experimental Primera Etapa	Grupo Control Primera Etapa	Grupo Experimental Segunda Etapa	Grupo Control Segunda Etapa
0 – 10	41	34	18	18
11 – 20	76	40	7	9
21 – 30	8	8	27	11
31 – 40	2	0	7	4
41 – 50	1	0	0	0
51 - 60	0	0	0	0
61 – 70	0	0	0	0
71 – 80	0	0	0	0
81 – 90	0	0	0	0
91 - 100	0	0	0	0
Total examinados	128	82	59	42
Nota promedio	13.5/100	12.3/100	18.73/100	16.14/100

Cuadro 3: Resultados de pretest MBI. Primera y segunda etapa del estudio.

Del cuadro anterior se puede inferir que en ninguno de los cuatro grupos estudiados, se dio el caso que algún estudiante obtuviera una nota suficiente para aprobar el

curso (61 puntos) A partir de los resultados obtenidos, se realizaron dos ensayos de hipótesis para cada etapa del estudio, en los cuales se utilizó un nivel de significación $\alpha = 5\%$.

➤ Primera etapa del estudio:

a) Prueba de igualdad de varianzas

Al analizar los resultados obtenidos se observa que las calificaciones promedio difieren en 1.2 puntos y que las desviaciones estándar son cercanamente iguales, por lo que se plantea la hipótesis de si se puede considerar igualdad de varianzas y medias en ambos grupos.

	<i>Grupo Experimental</i>	<i>Grupo Control</i>
Media	13.5	12.3
Desviación estándar	6.434	6.203
Varianza	41.401	38.475
Coefficiente de variación	15.54%	16.12%
Observaciones	128	82

Cuadro 4: Índices de rendimiento en pretest primera etapa.

1. $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$

2. $H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

3. $\alpha = 0.05$

4. Resultados del análisis:

	<i>Grupo Experimental</i>	<i>Grupo Control</i>
Grados de libertad	127	81
Valores críticos de F (dos colas)	1.076	
F calculado	0.6786	1.500

Cuadro 5: Resultados de análisis de varianza pretest primera etapa.

5. Conclusión: Se acepta la hipótesis de igualdad de varianzas.

Con esta prueba se pudo verificar que la variabilidad de los resultados observados en el pre-test aplicado tanto en el grupo control como en el grupo experimental, es la misma. Además, puede observarse que el coeficiente de variación en ambos grupos es cercano a 16%, por lo que se puede considerar que los resultados obtenidos en ambos grupos son muy homogéneos en cuanto a la dispersión de las calificaciones observadas respecto de la media aritmética.

b) Prueba de igualdad de medias

A continuación se plantea la hipótesis de igualdad de medias en ambos grupos:

1. $H_1 : \mu_1 = \mu_2$

2. $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$

3. $\alpha = 0.05$

4. Resultados del análisis:

Valores críticos de Z (una cola)	1.96
Z calculado	0.7936

Cuadro 6: Resultados de análisis de medias pretest primera etapa.

5. Conclusión: Se acepta la hipótesis de igualdad de medias.

Con esta prueba se pudo verificar que no existió diferencia significativa entre las notas promedios alcanzadas por el grupo experimental y el grupo control

➤ Segunda etapa del estudio

a) Prueba de igualdad de varianzas

Al analizar los resultados obtenidos se observa que las calificaciones promedio difieren en 2.59 puntos, sin embargo las desviaciones estándar son cercanamente iguales, por lo que se plantea la hipótesis de si se puede considerar igualdad de varianzas en ambos grupos

	<i>Grupo Experimental</i>	<i>Grupo Control</i>
Media	18.73	16.14
Desviación estándar	10.18	10.67
Varianza	103.63	113.85
Coefficiente de variación	54.35%	66.11%

Cuadro 7: Índices de rendimiento pretest segunda etapa

1. $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$

2. $H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

3. $\alpha = 0.05$

4. Resultados del análisis:

	<i>Grupo Experimental</i>	<i>Grupo Control</i>
Grados de libertad	58	41
Valores críticos de F (dos colas)	0.91023	
F calculado	0.57204	1.79799

Cuadro 8: Resultados de análisis de varianzas pretest segunda etapa

6. Conclusión: Se acepta la hipótesis de igualdad de varianzas.

Con esta prueba se pudo verificar que la variabilidad de los resultados observados en el pre-test aplicado tanto en el grupo control como en el grupo experimental, es la misma. Además se puede considerar que los resultados obtenidos en ambos grupos son muy homogéneos, en cuanto a la dispersión de las calificaciones observadas respecto de la media aritmética.

b) Prueba de igualdad de medias:

Se plantea la hipótesis de considerar igualdad de medias en ambos grupos:

1. $H_1 : \mu_1 = \mu_2$
2. $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$
3. $\alpha = 0.05$
4. Resultados del análisis:

Valores críticos de Z (una cola)	± 1.96
Z calculado	1.2352

Cuadro 9: Resultados de análisis de medias pretest segunda etapa

6. Conclusión: Se acepta la hipótesis de igualdad de medias.
Con esta prueba se pudo verificar que no existió diferencia significativa entre las notas promedios alcanzadas.

En síntesis: se concluye que los grupos experimental y de control de cada etapa son homogéneos respecto a los conocimientos que poseen acerca de los contenidos del curso de Matemática Básica 1 y en consecuencia, cualquier variación de los mismos que pueda observarse en el postest, se deberá a su participación como estudiante durante el semestre respectivo. Además, tal como era de esperarse, los conocimientos previos del curso MB 1 que poseen los estudiantes repitentes son en promedio, ligeramente mayores que los de alumnos de primer ingreso; sin embargo, en ningún caso son suficientes para aprobar el curso.

• **Elaboración de perfil académico de los estudiantes de los grupos en estudio**

El perfil académico de los grupos en estudio se construyó con base en información procedente de la encuesta aplicada, resultados de pruebas de conocimientos básicos de lenguaje aplicadas por el Sistema de Ubicación y Nivelación (SUN), pruebas específicas de matemática aplicadas por la Facultad de Ingeniería y pruebas de orientación vocacional.

○ **Información procedente de encuesta**

Al inicio de cada semestre académico, se aplicó a los estudiantes del grupo experimental y del grupo control una encuesta previamente validada en la que se exploraban las características personales de los participantes, así como hábitos y estrategias de estudio de la matemática y otros rasgos académicos.

Para la primera etapa, los resultados evidencian homogeneidad de los grupos en estudio en cuanto a: edad, título obtenido en el nivel medio, año de ingreso a la Facultad de Ingeniería, hábito de estudio operacionalizado a través del número de horas diarias que acostumbran estudiar, estrategias de estudio de la matemática, conocimientos básicos de Internet y acceso domiciliar a este servicio, así como en la apreciación de los conocimientos matemáticos adquiridos en el nivel medio. Los grupos no son homogéneos en cuanto a: proporción de hombres y mujeres y carrera que estudian. Estas son de las variables que se asumieron en el diseño como fuera de control, debido a los criterios deterministas que rigen la asignación al interior de la Facultad de Ingeniería, las cuales no se tiene la opción de modificar.

Los resultados de la segunda etapa muestran que los grupos son heterogéneos en cuanto a la carrera que estudian y en cuanto a las estrategias de estudio de la matemática, las cuales son más diversificadas en los alumnos del grupo control. Respecto a este último aspecto, es conveniente expresar que el grupo experimental de la segunda etapa no se aceptó a ningún estudiante que hubiera participado en el de la primera etapa; por lo cual los repitentes se asignaron en su mayoría en el grupo control. Esto evidencia que aunque no aprobaron en la primera oportunidad, diversificaron sus estrategias de estudio.

Al analizar los resultados mostrados en el cuadro 10, se hacen las siguientes inferencias:

- a) Las edades promedio de los estudiantes de los grupos en estudio en ambas etapas de la investigación, oscila de 18 a 20 años.
- b) Los estudiantes de ambos grupos carecen de hábito de estudio.
- c) La mayoría de estudiantes de los grupos en estudio ingresaron a la Facultad de Ingeniería en el año 2008 y en menor cantidad, en el 2007.
- d) La mayoría de estudiantes participantes pertenecen a las carreras de ingeniería química, ciencias y sistemas, industrial, civil, electrónica y otras.
- e) Los títulos que poseen del nivel medio los estudiantes participantes son: Bachillerato en Ciencias y Letras, con Orientación Científica, en Computación y en Electrónica.
- f) La mayor proporción de mujeres en los grupos en estudio, se observó en la carrera de ingeniería química.
- g) Los estudiantes de ambos grupos en las dos etapas del estudio poseen conocimientos básicos acerca del uso de Internet.
- h) La mayoría de estudiantes asignados en los grupos experimentales y de control de ambas etapas, tienen acceso al uso de Internet.
- i) La propuesta muestra ser eficiente sin diferencia de género o carrera de ingeniería elegida.

Variable	Primera Etapa		Segunda Etapa	
	Grupo experimental	Grupo Control	Grupo experimental	Grupo Control
Edad promedio	18 años	19 años	19 años	20 años
Proporción de mujeres	52%	11%	8%	11.76%
Proporción de hombres	48%	89%	92%	88.24%
Título de nivel medio				
Bach. Ciencias y Letras	56%	31%	20.00%	13.00%
Bach. Orientación científica	22%	22%		
Bach. Computación	7%	9%	50.00%	36.76%
Bach. Electrónica		12%		
Otros	15%	26%	30.00%	51.24%
Año ingreso Fac. Ingeniería				
2007	1%	4%	12.50%	8.96%
2008	99%	96%	83.33%	88.06%
Otros			4.17%	2.98%
Carrera que estudia				
Ing. Química	89%		8.70%	7.35%
Ing. Ambiental	9%			1.47%
Lic. en Mat. o Lic en Física	2%			
Ing. Ciencias y Sistemas		35%	23.91%	33.82%
Ing. Civil		20%		14.71%
Ing. Industrial		20%	23.91%	16.18%
Ing. Electrónica		10%	8.70%	7.35%
Otras		15%	34.78%	19.12%
Tiempo diario que acostumbra est.				
Menos de una hora	62%	68%	42%	26.47%
Entre una y dos horas	25%	23%	24.00%	29.41%
Entre dos y tres horas	10%	6%	30.00%	33.83%
Más de tres horas	3%	6%	4.00%	10.29%
Estrategias de estudio de la Mat.				
Revisar notas de clases	65%	67%	39.78%	60.22%
Hacer tareas para exámenes	80%	85%	39.39%	60.61%
Resolver ejercicios adicionales	12%	10%	34.58%	65.52%
Conocimientos sobre Internet				
Correo electrónico	100%	100%	97.52%	98.51%
Chateo	98%	97%	85.42%	93.75%
Búsqueda de información	100%	100%	83.33%	98.46%
Participación en foros	80%	82%	62.50%	58.06%
Acceso domiciliar a Internet.	62%	50%	61.70%	59.09%

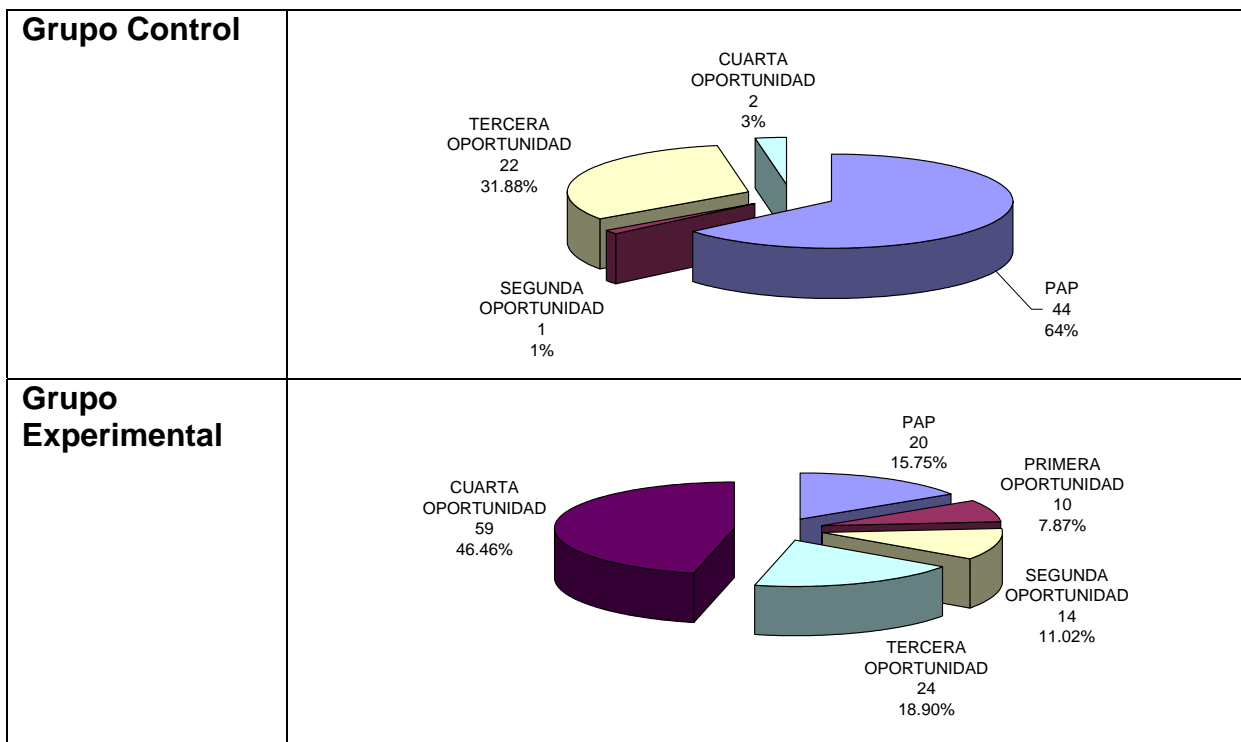
Cuadro 10: Resultados de encuesta aplicada en la primera y segunda etapa

- **Información procedente de pruebas de conocimientos básicos de lenguaje realizadas por el SUN y pruebas específicas de matemática realizadas por la Facultad de Ingeniería**

En el cuadro 11, se muestra la información cruzada para estudiantes del grupo experimental y el grupo control de la primera etapa, en la que se compara la oportunidad en que se aprobó la prueba de lenguaje y la oportunidad en que se aprobó la prueba específica de matemática; se incluye la comparación para los estudiantes que ingresaron a la Facultad de Ingeniería sin realizar esta última prueba por haber aprobado el curso de nivelación del PAP. Los datos fueron proporcionados por el SUN y la Escuela de Ciencias de la Facultad de Ingeniería, respectivamente.

Grupo Control	OPORTUNIDAD EN LA QUE APROBO PRUEBA DE LENGUAJE							Total	%
	1	2	3	4	5	7			
NUMERO DE OPORTUNIDAD EN QUE APROBO PRUEBA DE MATEMÁTICA									
PROGRAMA ACADEMICO PREPARATORIO	4	21	13		6		44	63.77%	
SEGUNDA OPORTUNIDAD	1	0	0		0		1	1.45%	
TERCERA OPORTUNIDAD	15	5	2		0		22	31.88%	
CUARTA OPORTUNIDAD	2	0	0		0		2	2.90%	
Total	22	26	15		6		69	100.00%	
Grupo Experimental									
NUMERO DE OPORTUNIDAD EN QUE APROBO PRUEBA DE MATEMÁTICA	1	2	3	4	5	7	Total	%	
PROGRAMA ACADEMICO PREPARATORIO	4	11	3	1	0	1	20	15.75%	
PRIMERA OPORTUNIDAD	10	0	0	0	0	0	10	7.87%	
SEGUNDA OPORTUNIDAD	11	3	0	0	0	0	14	11.02%	
TERCERA OPORTUNIDAD	18	1	5	0	0	0	24	18.90%	
CUARTA OPORTUNIDAD	37	18	4	0	0	0	59	46.46%	
Total	80	33	12	1	0	1	127	100.00%	

Cuadro 11: Comparación de resultados pruebas de lenguaje y matemática, primera etapa.



Cuadro 12: Comparación de forma de ingreso de alumnos primera etapa.

Como resultado del análisis de las gráficas mostradas en el cuadro 12 puede notarse una clara heterogeneidad de los grupos en cuanto la forma de ingreso de los estudiantes, particularmente en lo referente a los que ingresaron en la última oportunidad, ya al grupo control sólo ingresaron dos estudiantes (menos del 3%) mientras al grupo experimental ingresaron 59 alumnos, es decir, casi la mitad de la clase.

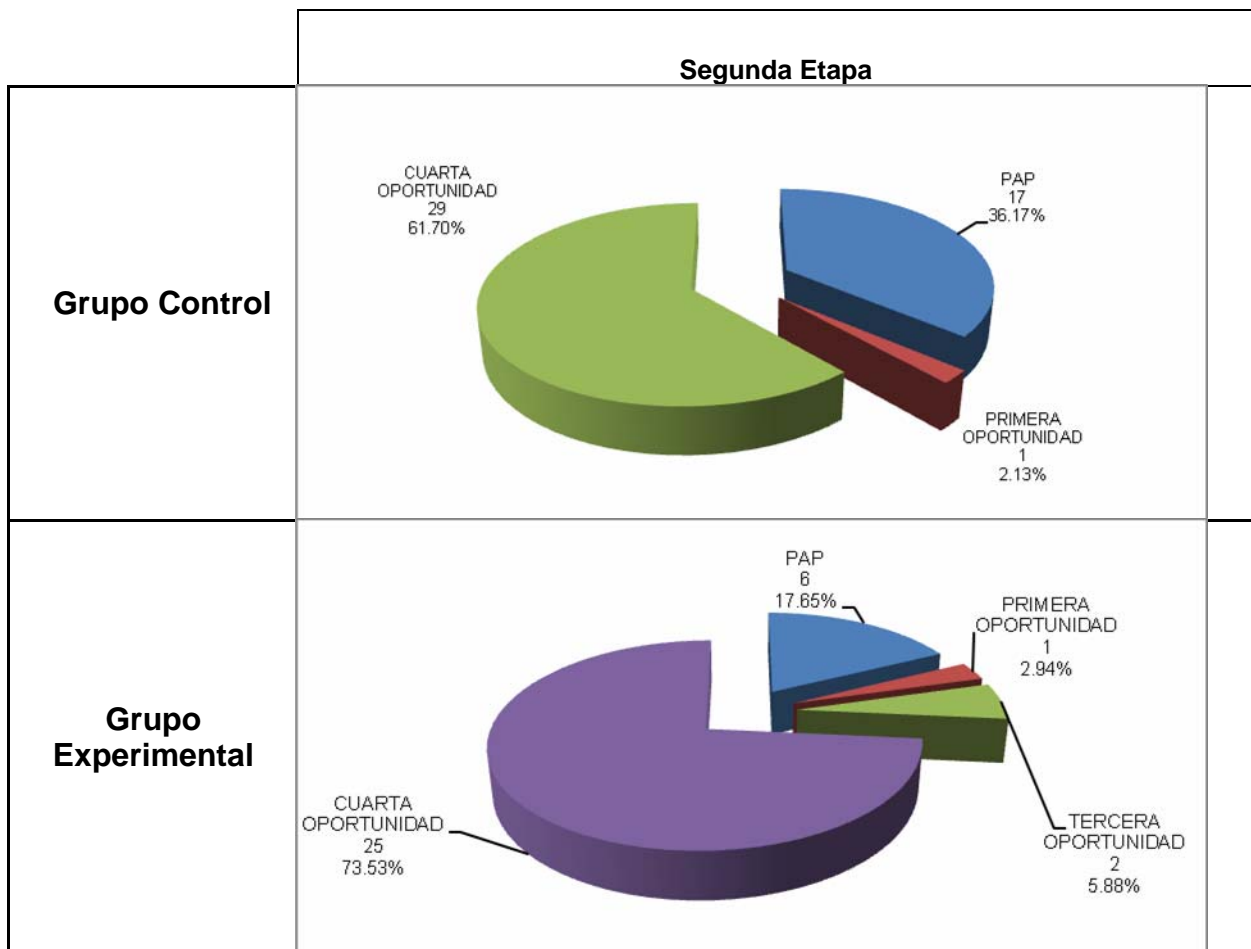
Para los grupos en estudio en la segunda etapa no fue posible conseguir la información análoga correspondiente a los resultados de la prueba básica de lenguaje, por lo cual sólo se incluye información de los resultados de las pruebas específicas de matemática.

La información referente a la segunda etapa de la investigación se presenta en los cuadros 13 y 14:

Grupo Control	Total	Porcentaje
PROGRAMA ACADÉMICO PPREPARATORIO	17	36.17%
PRIMERA OPORTUNIDAD	1	2.13%
CUARTA OPORTUNIDAD	29	61.70%
Total	47	100.00%
Grupo Experimental		
PROGRAMA ACADÉMICO PPREPARATORIO	6	17.65%
PRIMERA OPORTUNIDAD	1	2.94%
TERCERA OPORTUNIDAD	2	5.88%
CUARTA OPORTUNIDAD	25	73.53%
Total	34	100.%

Cuadro 13: Comparación de resultados pruebas de matemática, segunda etapa.

Puede observarse que la mayoría de alumnos de ambos grupos ingresaron a la Facultad de Ingeniería en la última oportunidad.



Cuadro 14: Comparación de forma de ingreso de alumnos segunda etapa.

• **Resultados de exámenes parciales y examen final (postest)**

Grupo Experimental	Primera Etapa				Segunda Etapa			
	Porcentaje de Aprobados	Nota Promedio	Desviación estándar	Total examinados	Porcentaje de Aprobados	Nota Promedio	Desviación estándar	Total examinados
Prueba realizada								
Primer examen parcial	44.44%	54.83	23.94	132	46.67%	53	21	60
Segundo examen parcial	63.36%	65.1	23.1	131	51.67%	62	21	54
Tercer examen parcial	66.40%	65.7	24.3	125	57.69%	55	23	52
Notas finales	71.43%	69	12.72	110	52%	50	25	39
Grupo Control								
Prueba realizada	Porcentaje de Aprobados	Nota Promedio	Desviación estándar	Total Examinados	Porcentaje de Aprobados	Nota Promedio	Desviación estándar	Total examinados
Primer examen parcial	18.99%	34.73	23.96	79	23.38%	46	22	77
Segundo examen parcial	39.47%	51.2	26.1	76	61.04%	60	22	72
Tercer examen parcial	36.92%	47.1	29	65	33.85%	44	17	65
Notas finales	29.27%	58.67	12.61	47	41.5%	42	10	53

Cuadro 15: Resultados exámenes parciales de ambas etapas del estudio

Adicionalmente a las comparaciones establecidas en el diseño del estudio, se realizaron comparaciones entre el porcentaje de aprobación final obtenida en el grupo experimental y el índice global de aprobación de las 8 secciones restantes, correspondientes a estudiantes de primer ingreso y repitentes de la jornada matutina. Dichos porcentajes se resumen a continuación:

	Primera etapa	Segunda etapa
Pruebas realizadas	Porcentaje global de aprobación	Porcentaje global de aprobación
Primer examen parcial	22.53 %	24.30 %
Segundo examen parcial	28.74 %	48.40 %
Tercer examen parcial	42.77 %	32.84 %
Notas finales	39.62 %	16.05 %

Cuadro 16: Resultados globales de ambas etapas del estudio.

Para el análisis estadístico de los resultados presentados anteriormente, se efectuaron pruebas de hipótesis para diferencia de notas promedio, diferencia de porcentajes de aprobación y diferencia de varianzas, con un nivel de significación del 5%. Los resultados del análisis son:

- El porcentaje de aprobación y la nota promedio obtenida en el grupo experimental son significativamente mayores que los resultados respectivos del grupo control, tanto en los exámenes parciales como en las notas finales de promoción.
- Las varianzas de los resultados obtenidos en las pruebas parciales y notas finales de promoción, por los estudiantes del grupo experimental y del grupo control, son iguales. Lo cual indica homogeneidad en cuanto al comportamiento de los grupos en estudio, respecto a sus respectivos rendimientos promedio.
- El porcentaje de aprobación y la nota promedio obtenida en el grupo experimental son significativamente mayores que los resultados respectivos globales de las 8 secciones restantes de la jornada matutina para estudiantes de primer ingreso, tanto en los exámenes parciales como en las notas finales de promoción.

Con base en lo anterior, puede afirmarse el logro en la primera fase de las metas propuestas en el objetivo general # 2, definido como: “*Incrementar el porcentaje de aprobación en el curso de Matemática Básica 1*” y en el objetivo específico # 2, el cual se enuncia como: “Establecer mediante una prueba de hipótesis para diferencia de proporciones, si existen diferencias significativas entre los porcentajes de aprobación de los estudiantes de primer ingreso asignados en el grupo experimental y en el grupo control del curso de Matemática Básica 1; con niveles de significación del 1% y del 5%”. De igual manera se considera alcanzado el objetivo específico e) en el cual se expresa: “Establecer estadísticamente mediante una prueba de hipótesis para diferencia de proporciones, si existen diferencias significativas entre los porcentajes de aprobación los estudiantes de repitentes asignados en el grupo experimental y en el grupo control del curso de Matemática Básica 1, con niveles de significación del 1% y del 5%

La comparación entre los resultados globales de ambas etapas permiten considerar alcanzado el objetivo específico g) el cual expresa: “Establecer estadísticamente mediante una prueba de hipótesis para diferencia de proporciones, si existen diferencias significativas entre los porcentajes de aprobación de los estudiantes de Matemática Básica 1, asignados en los grupos experimentales de alumnos de primer ingreso y alumnos repitentes”, siendo posible afirmar que el porcentaje de aprobación es mayor en el grupo de alumnos de primer ingreso.

- **Resultados de comparación de notas finales obtenidos por los alumnos del grupo control y del grupo experimental, con los resultados de las pruebas de orientación vocacional, pruebas específicas de matemática y pruebas de conocimientos básicos de lenguaje.**

La oficina de Orientación Vocacional de la USAC proporcionó información de los resultados de las pruebas que ellos realizaron a los estudiantes asignados en el grupo experimental y en el grupo control, dichos resultados se presentan en la modalidad de insatisfactorio y satisfactorio y los mismos sólo tienen carácter diagnóstico.

Las pruebas de conocimientos básicos de lenguaje tienen la misma modalidad de resultado y el resultado satisfactorio constituye un requisito para la realización de las pruebas específicas de matemática que se aplican en la Facultad de Ingeniería. La información analizada fue proporcionada por el SUN.

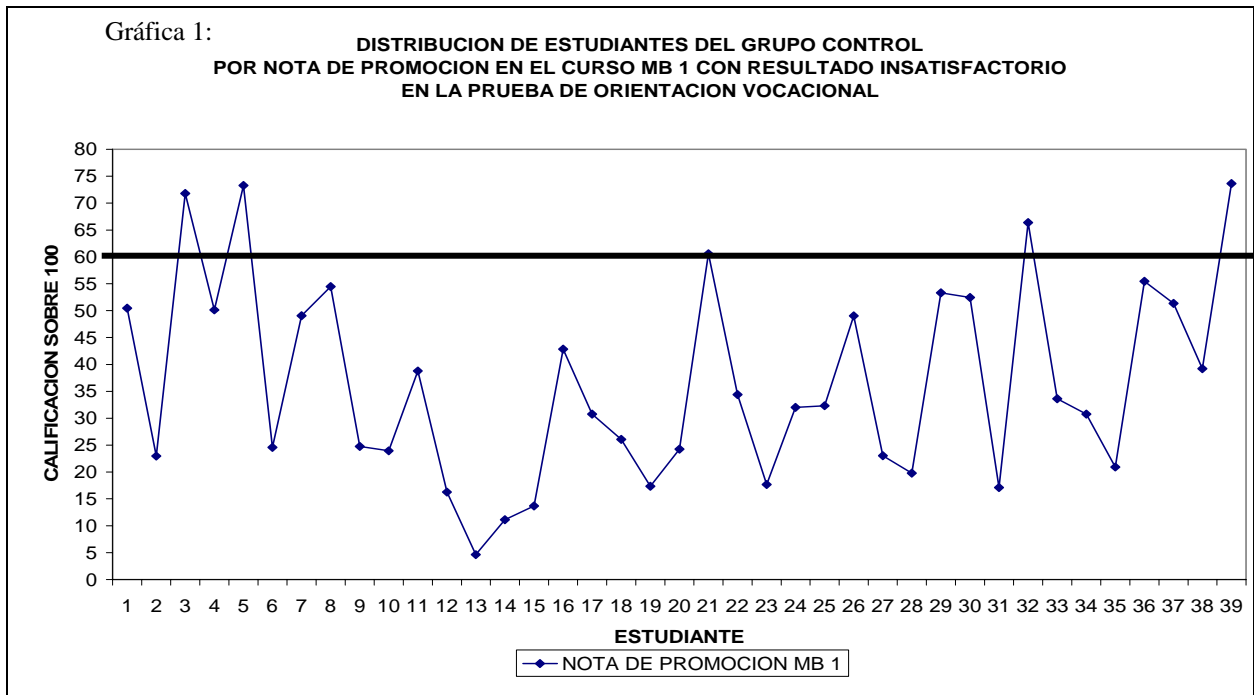
Por su parte, las pruebas específicas de matemática tienen la modalidad de resultado satisfactorio, correspondiente a 15 de 25 preguntas correctas, e insatisfactorio en caso contrario. Adicionalmente, se incluyen en el análisis los alumnos que aprobaron el curso impartido por el PAP como modalidad alternativa a la aprobación de dichas pruebas. Los resultados fueron proporcionados por la Escuela de Ciencias de la Facultad de Ingeniería.

➤ Primera Etapa de la Investigación

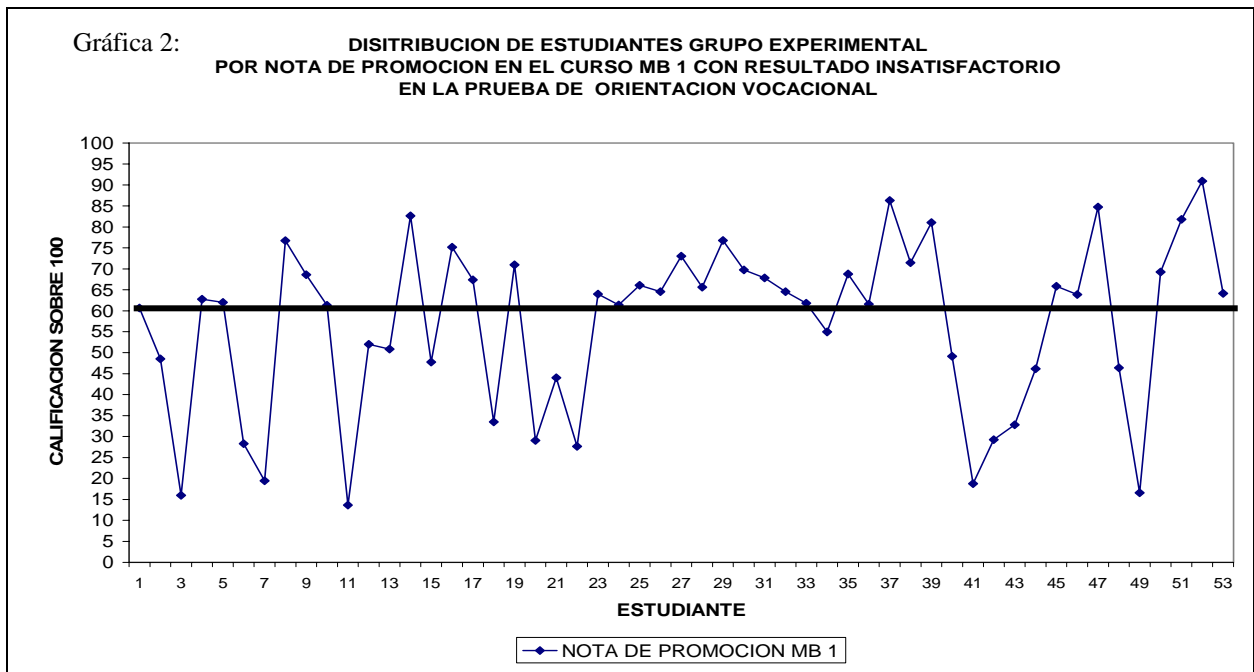
A continuación se presentan en forma gráfica, la comparación cruzada del análisis estadístico de las notas finales del curso de Matemática Básica 1, la cual corresponde a: **24 de 82** alumnos que aprobaron el curso en el grupo control contra **90 de 127** que aprobaron en el grupo experimental.

Se excluyeron del análisis algunos estudiantes de ambos grupos para los cuales no fue posible contar con información relativa a los resultados de pruebas específicas.

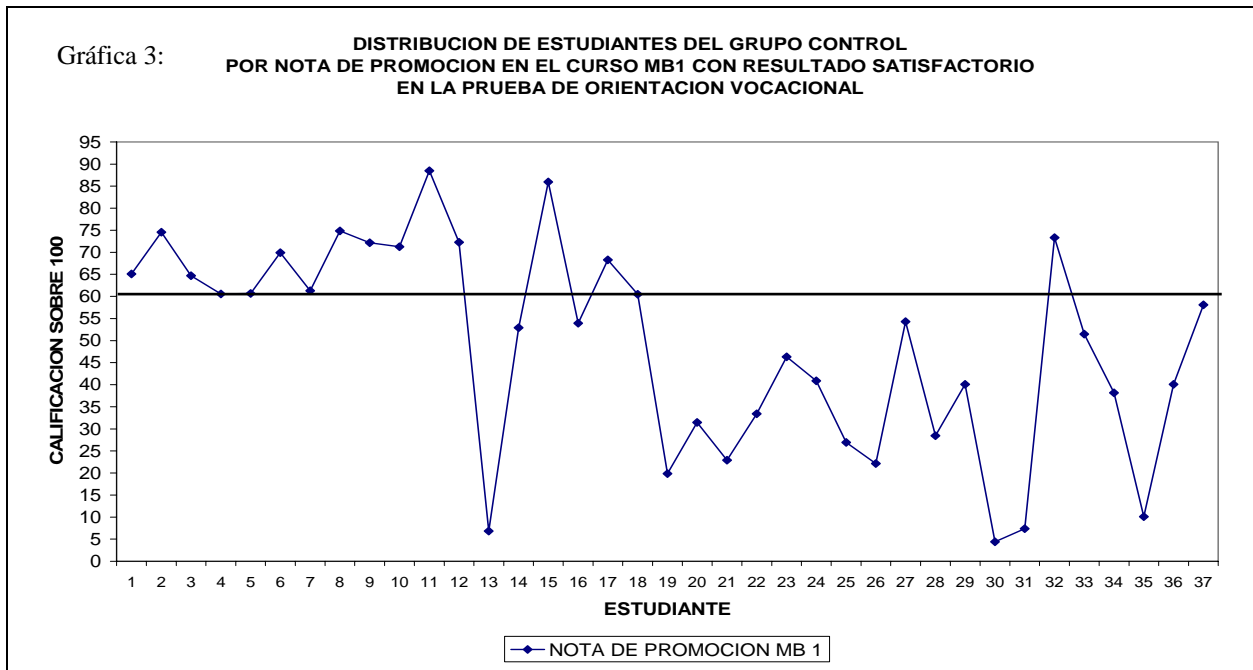
- Comparación de resultados finales del curso de MB 1 en el grupo control y el grupo experimental, contra resultados de pruebas de orientación vocacional.



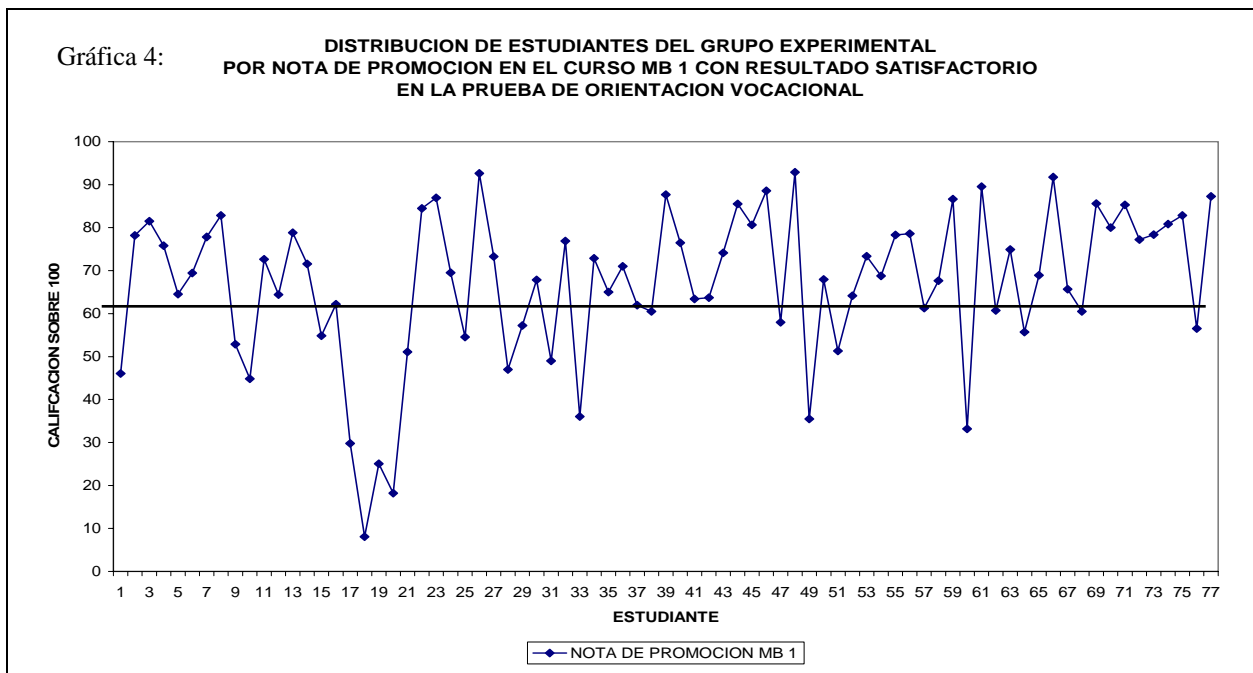
Aprobaron MB 1, **5 de 39** estudiantes con resultados de pruebas de orientación insatisfactorio.



Aprobaron MB 1, **34 de 53** estudiantes con resultados de pruebas de orientación insatisfactorio.

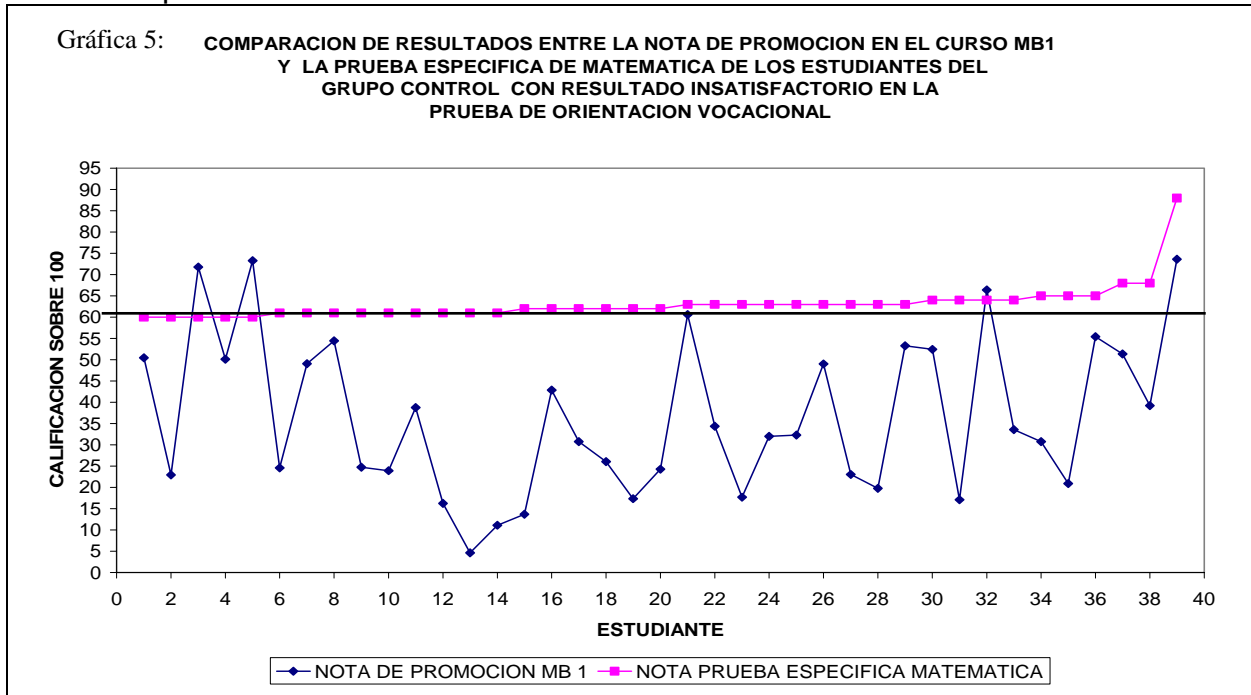


Aprobaron MB 1, **17 de 37** estudiantes con resultados de pruebas de orientación satisfactorio.

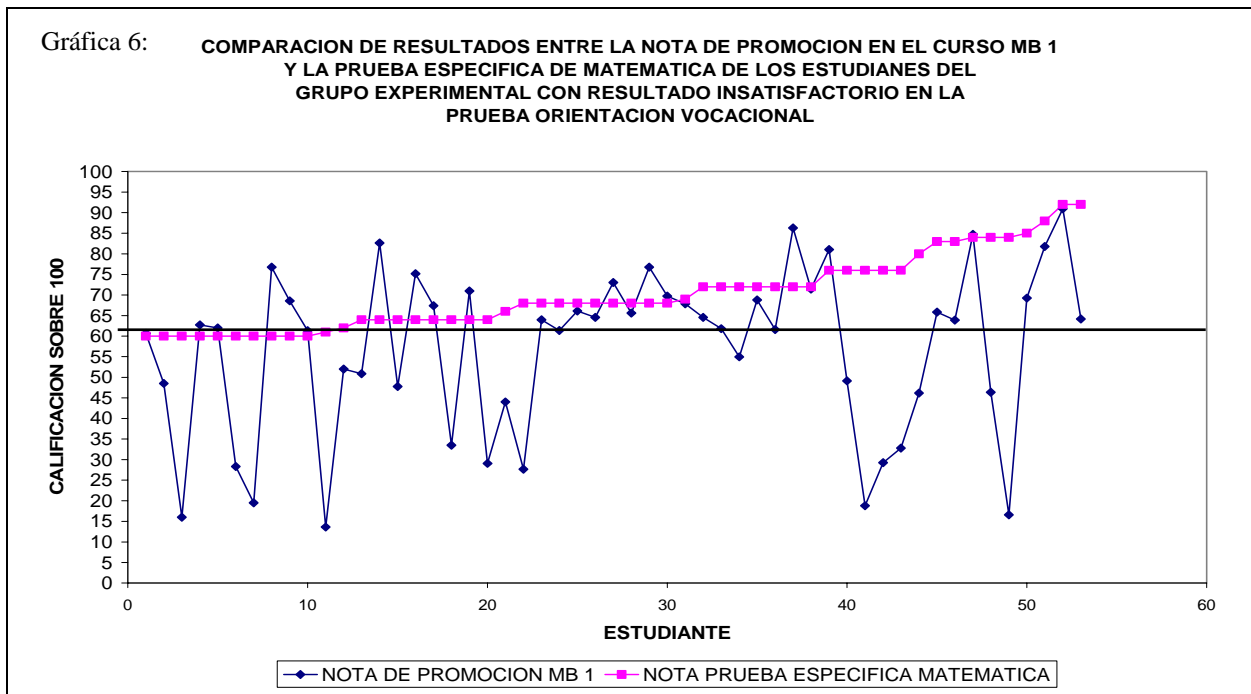


Aprobaron MB 1, **56 de 77** estudiantes con resultados de pruebas de orientación satisfactorio.

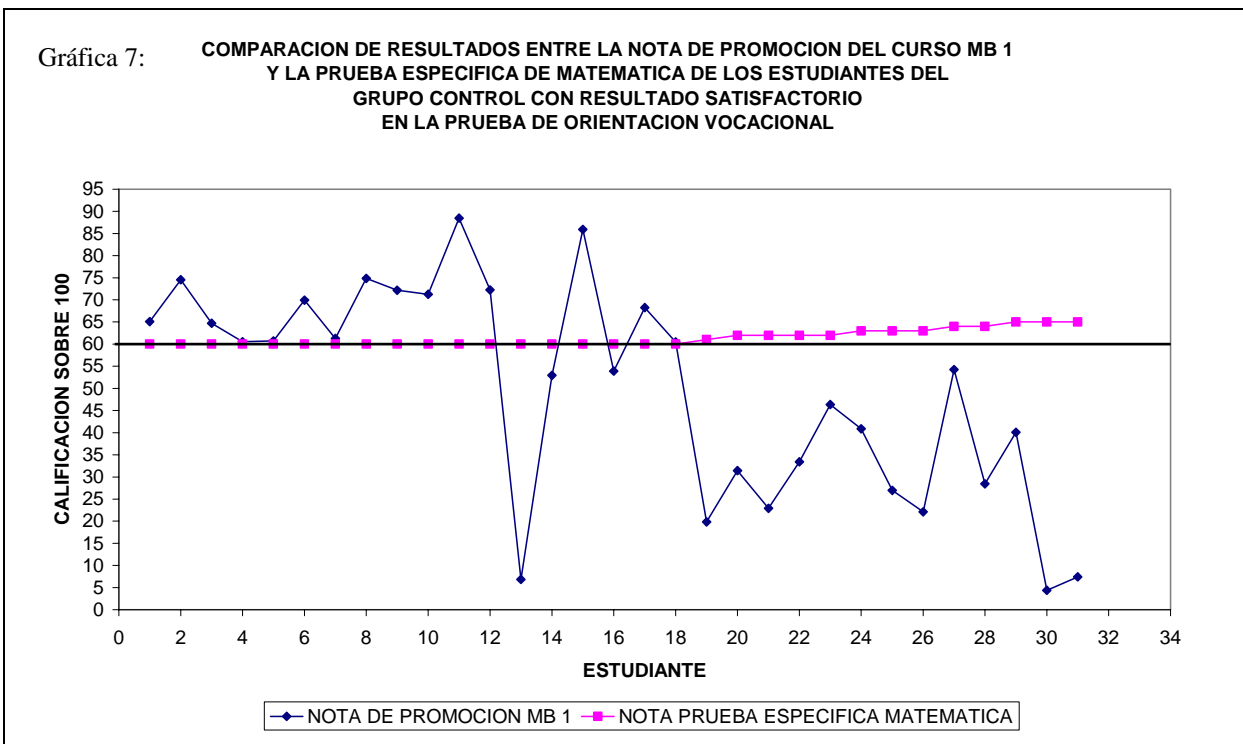
- Comparación de resultados finales del curso de MB 1 en el grupo control y el grupo experimental, contra resultados de pruebas específicas de matemática y de pruebas de orientación vocacional.



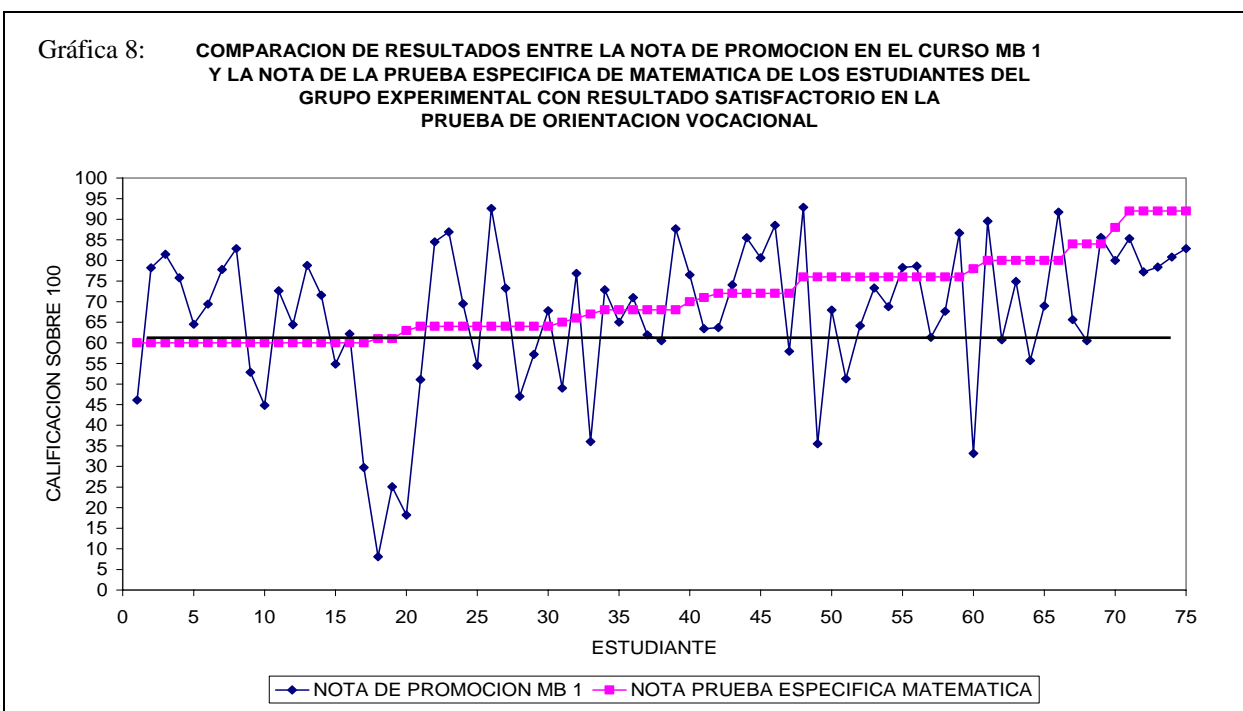
Aprobaron MB 1, **5 de 39** estudiantes con resultados satisfactorios de PE matemática y resultado de pruebas de orientación insatisfactorio.



Aprobaron MB 1, **33 de 52** estudiantes con resultados satisfactorios de PE matemática y resultado de pruebas de orientación insatisfactorio.

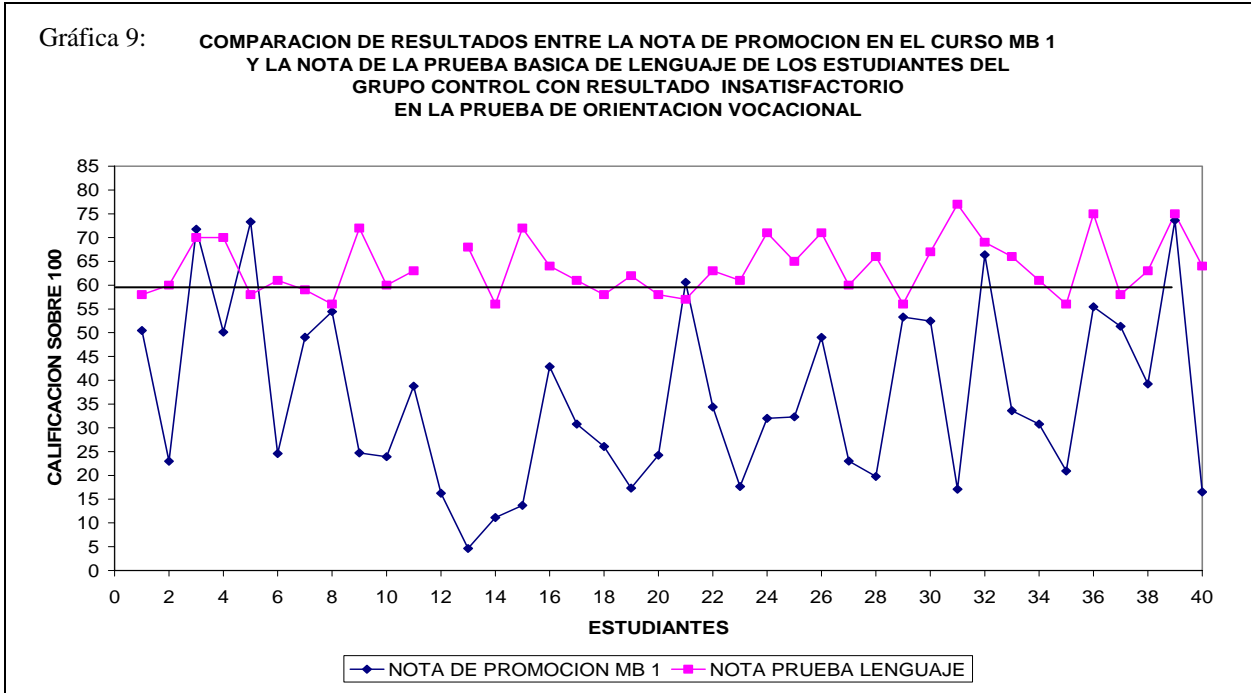


Aprobaron MB 1, **15 de 31** estudiantes con resultados satisfactorios de PE matemática y resultado de pruebas de orientación satisfactorio.

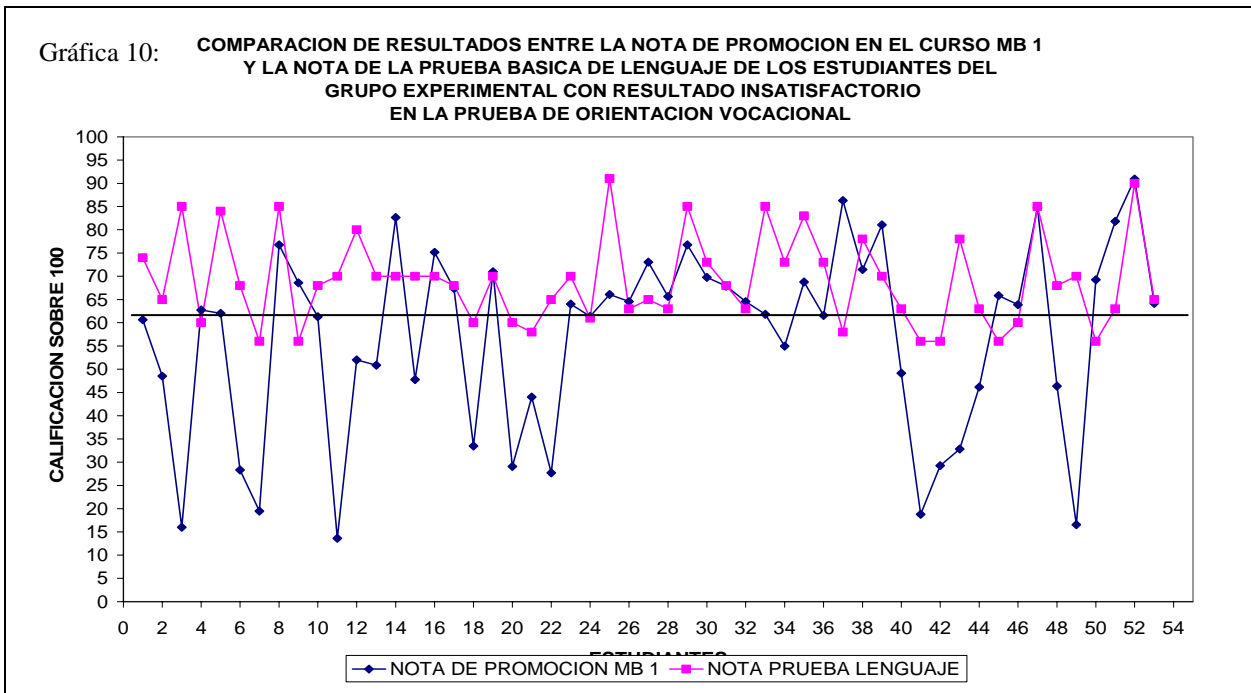


Aprobaron MB 1, **57 de 75** estudiantes con resultados satisfactorios de PE matemática y resultado de pruebas de orientación satisfactorio.

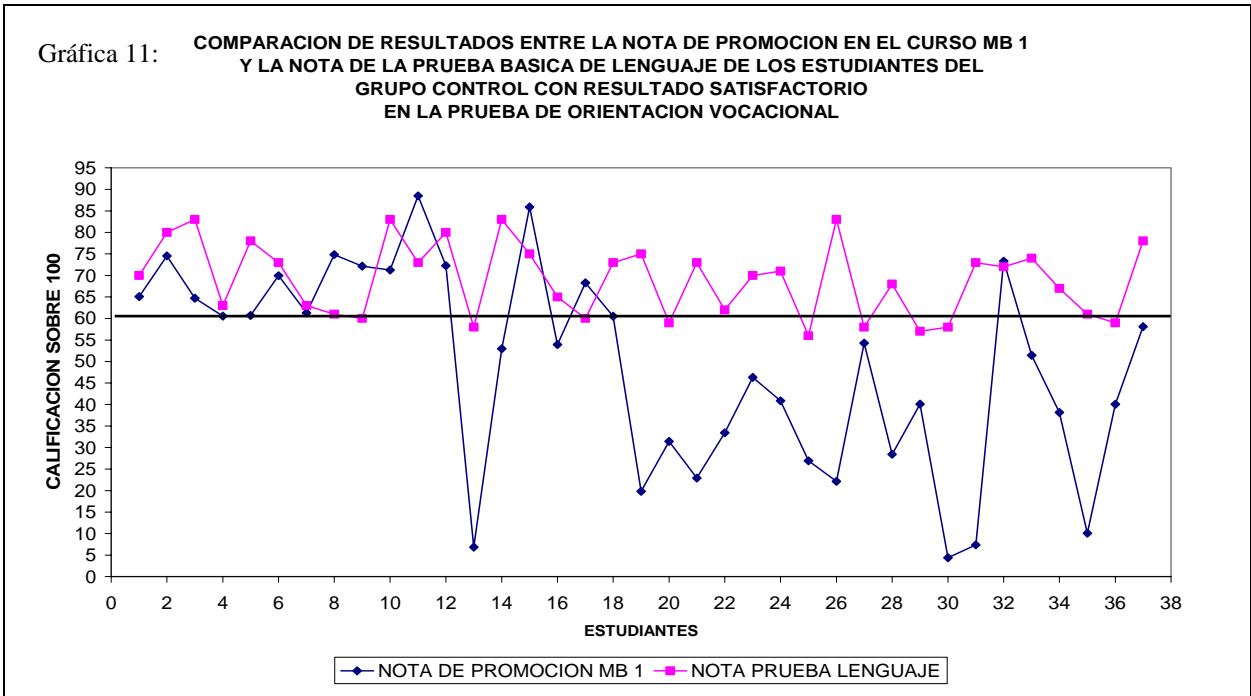
- Comparación de resultados finales del curso de MB 1 en el grupo control y el grupo experimental, contra resultados de pruebas lenguaje y de pruebas de orientación vocacional.



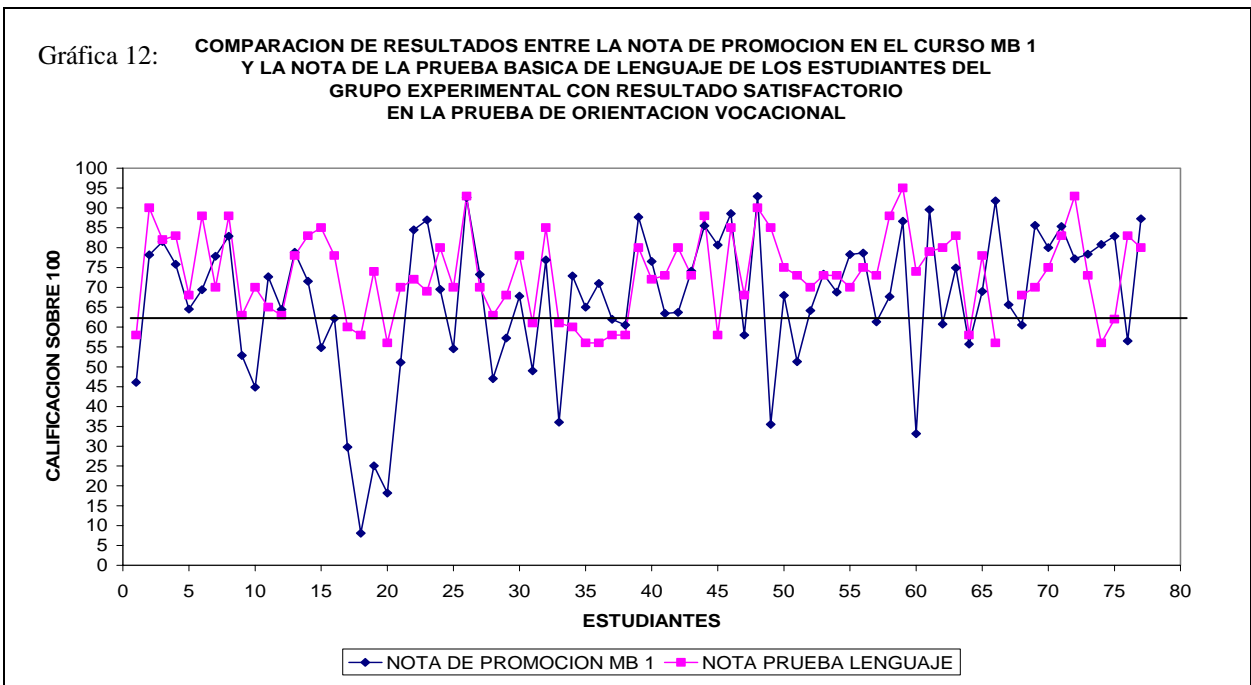
Aprobaron MB 1, **3 de 40** estudiantes con resultados satisfactorios de lenguaje y resultado de pruebas de orientación insatisfactorio



Aprobaron MB 1, **31 de 53** estudiantes con resultados satisfactorios de lenguaje y resultado de pruebas de orientación insatisfactorio



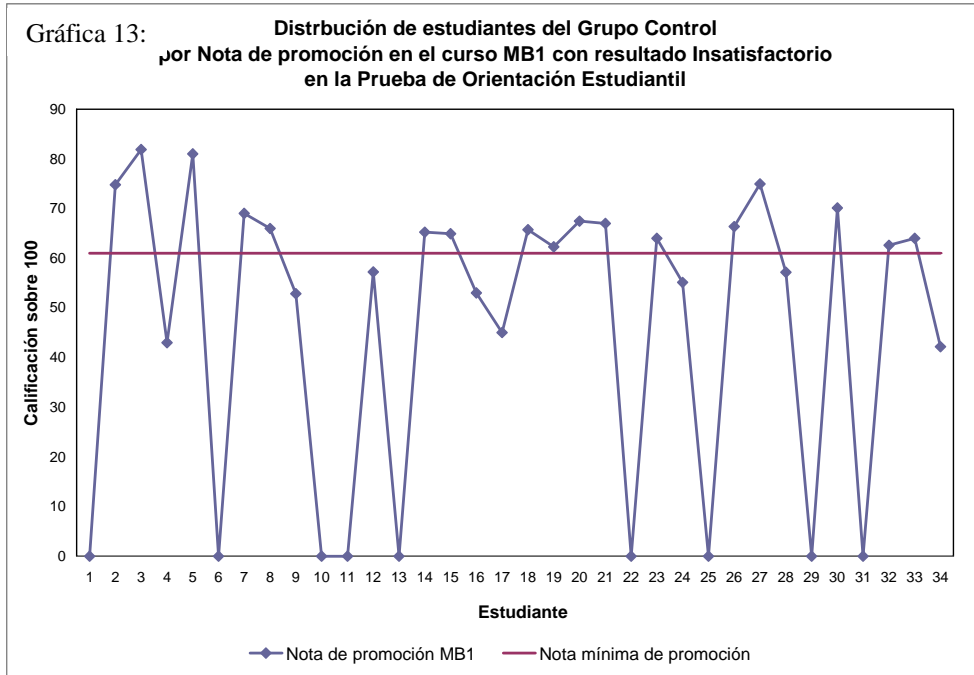
Aprobaron MB 1, **16 de 37** estudiantes con resultados satisfactorios de lenguaje y resultado de pruebas de orientación satisfactorio



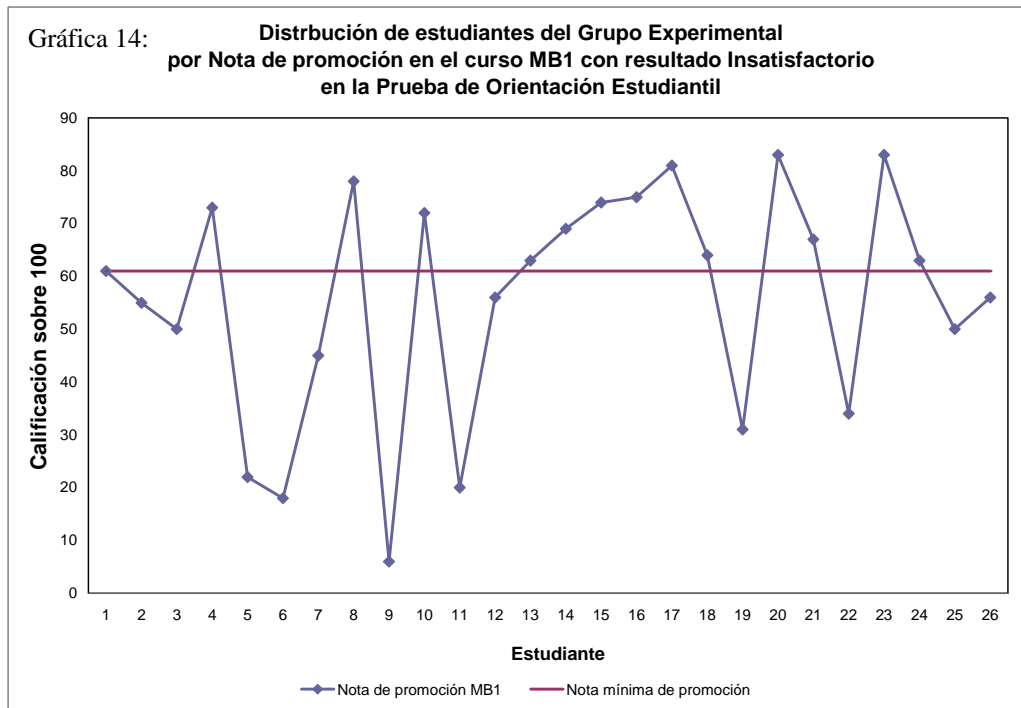
Aprobaron MB 1, **52 de 77** estudiantes con resultados satisfactorios de lenguaje y resultado de pruebas de orientación satisfactorio

➤ **Segunda Etapa**

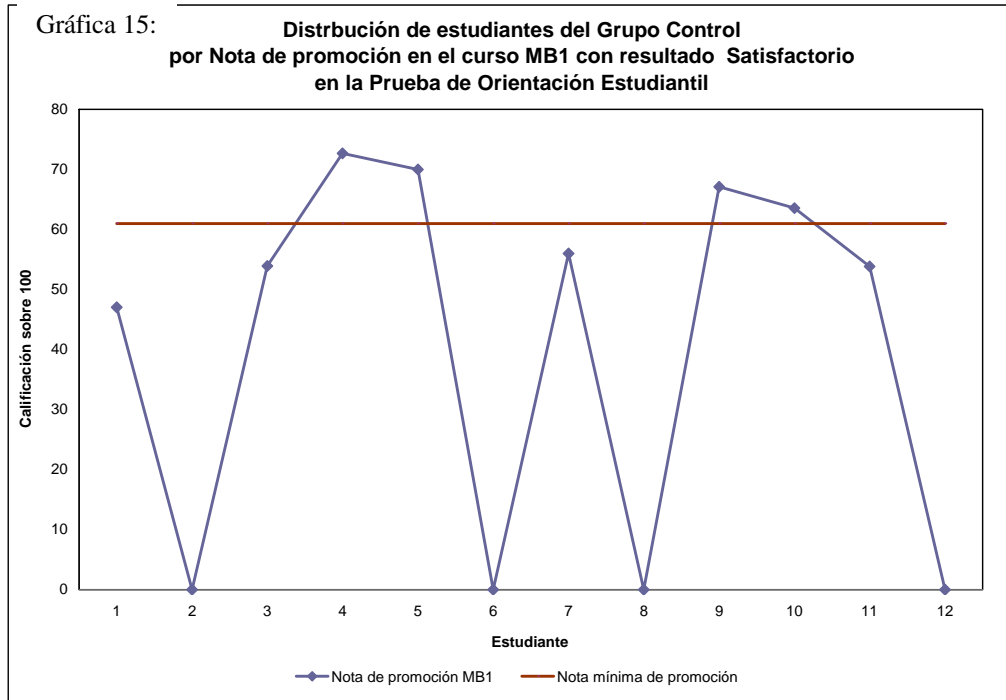
- Comparación de resultados finales del curso de MB 1 en el grupo control y el grupo experimental, contra resultado de pruebas de orientación vocacional.



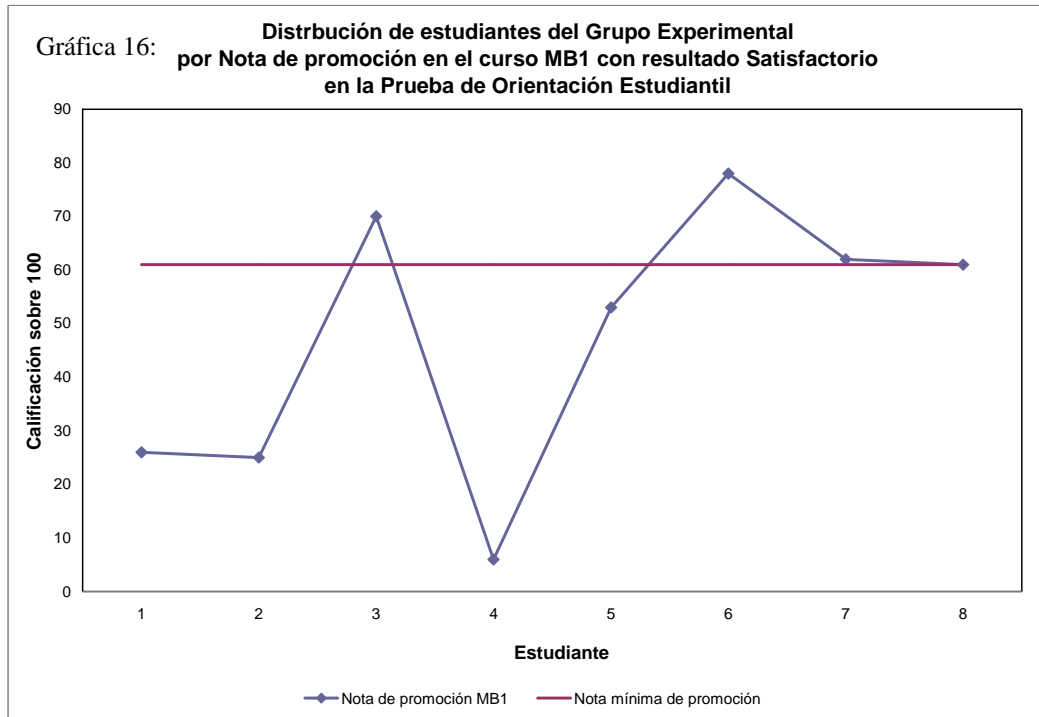
Aprobaron MB 1, **17 de 34** estudiantes con resultado de prueba de orientación insatisfactorio.



Aprobaron MB 1, **14 de 26** estudiantes con resultado de pruebas de orientación insatisfactorio.

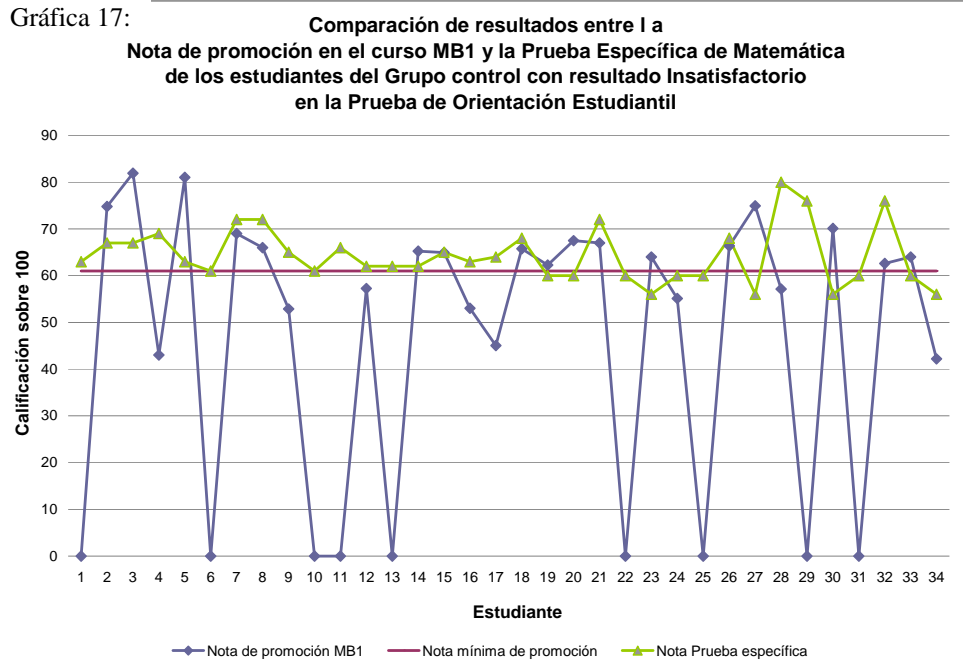


Aprobaron MB 1, **4 de 12** estudiantes con resultado de pruebas de orientación satisfactorio

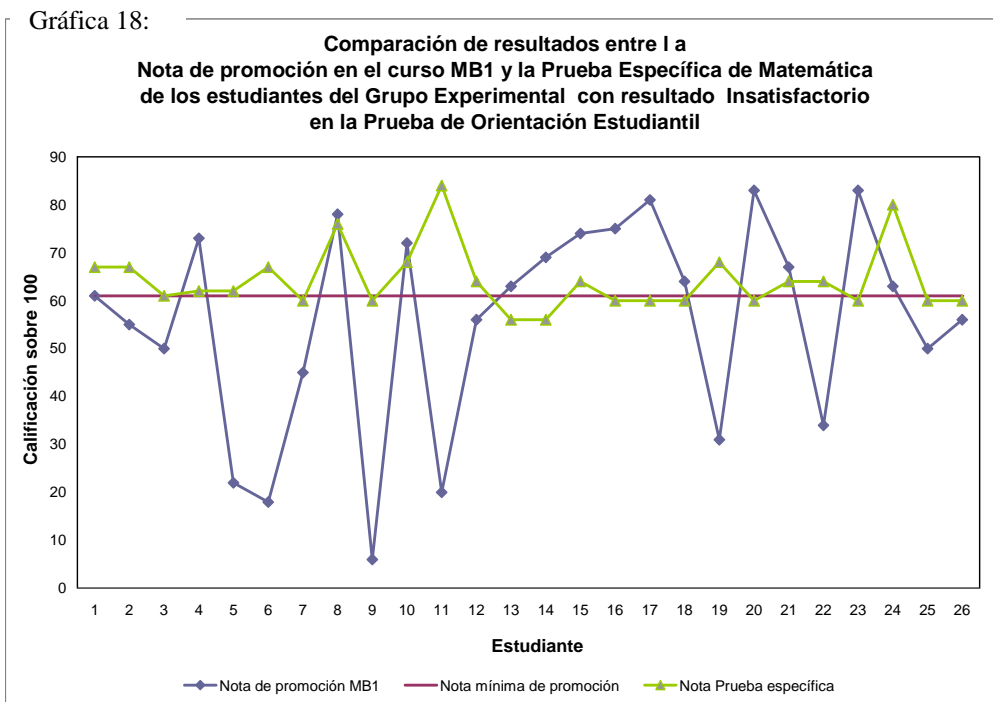


Aprobaron MB 1, **4 de 12** estudiantes con resultados de pruebas de orientación satisfactorio.

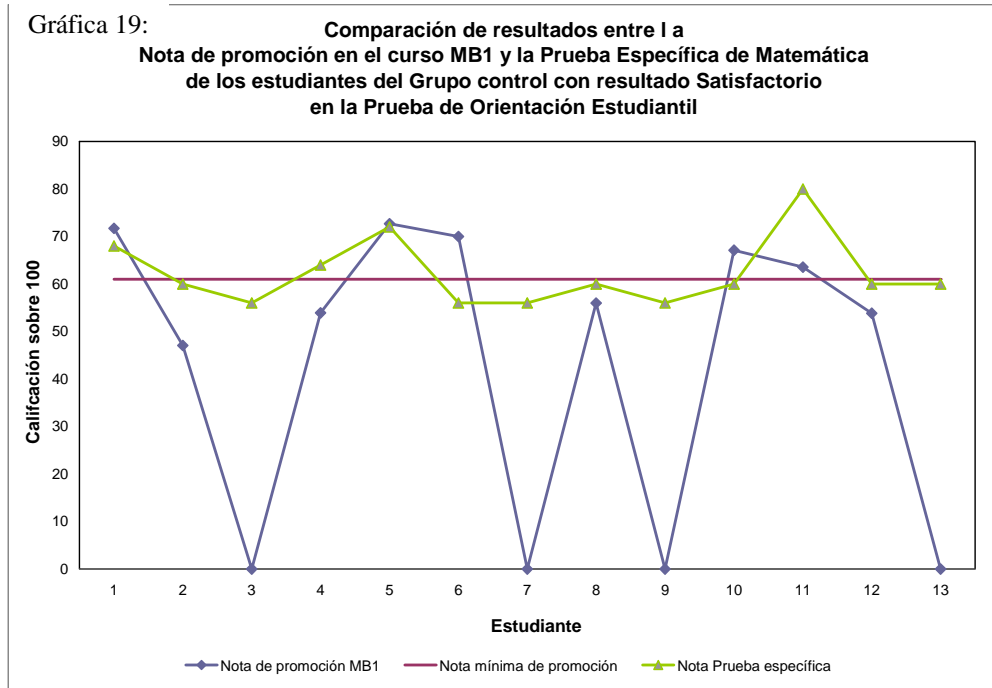
- Comparación de resultados finales del curso de MB 1 en el grupo control y el grupo experimental, contra resultados de pruebas específicas de matemática y de pruebas de orientación vocacional.



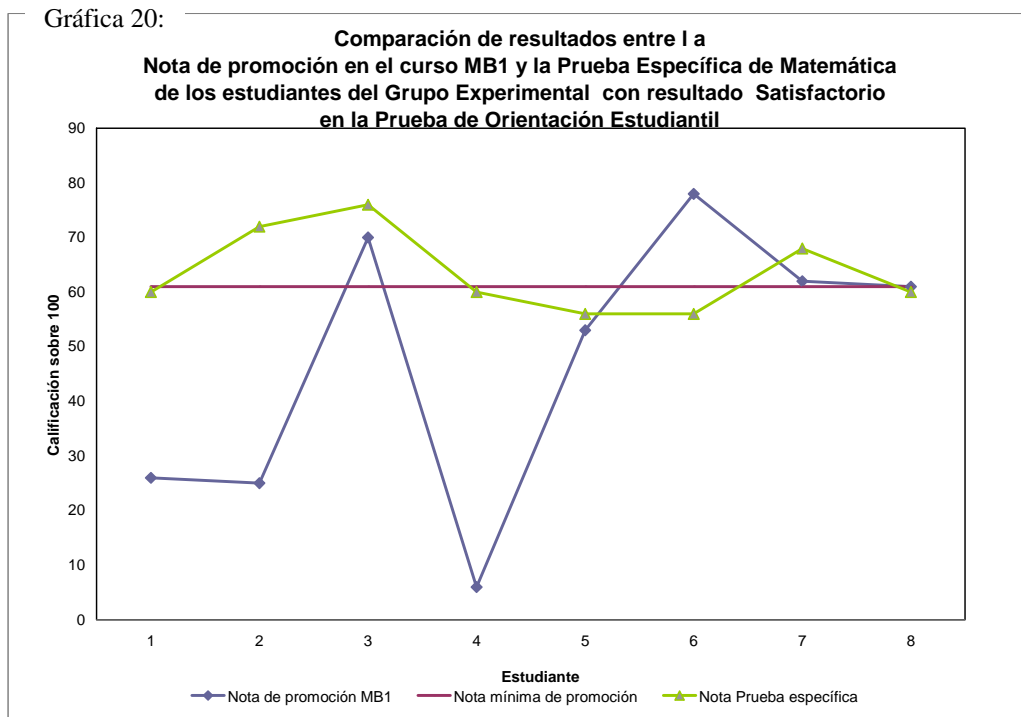
Aprobaron MB 1, **16 de 34** estudiantes con resultados satisfactorios de PE matemática y resultado de pruebas de orientación insatisfactorio.



Aprobaron MB 1, **13 de 26** estudiantes con resultados satisfactorios de PE matemática y resultado de pruebas de orientación insatisfactorio.

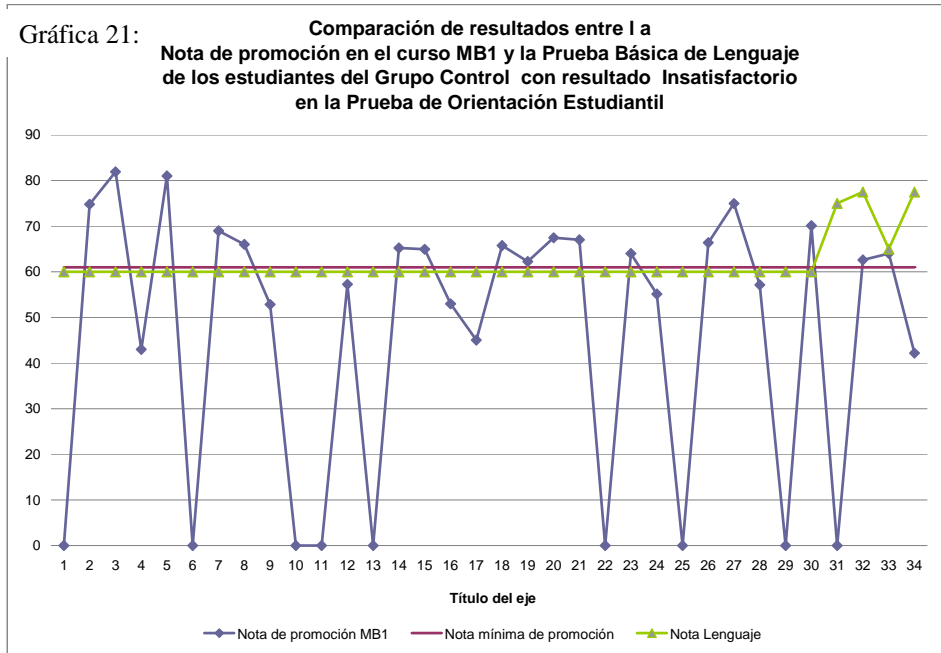


Aprobaron MB 1, **5 de 13** estudiantes con resultados satisfactorios de PE matemática y resultado de pruebas de orientación satisfactorio.

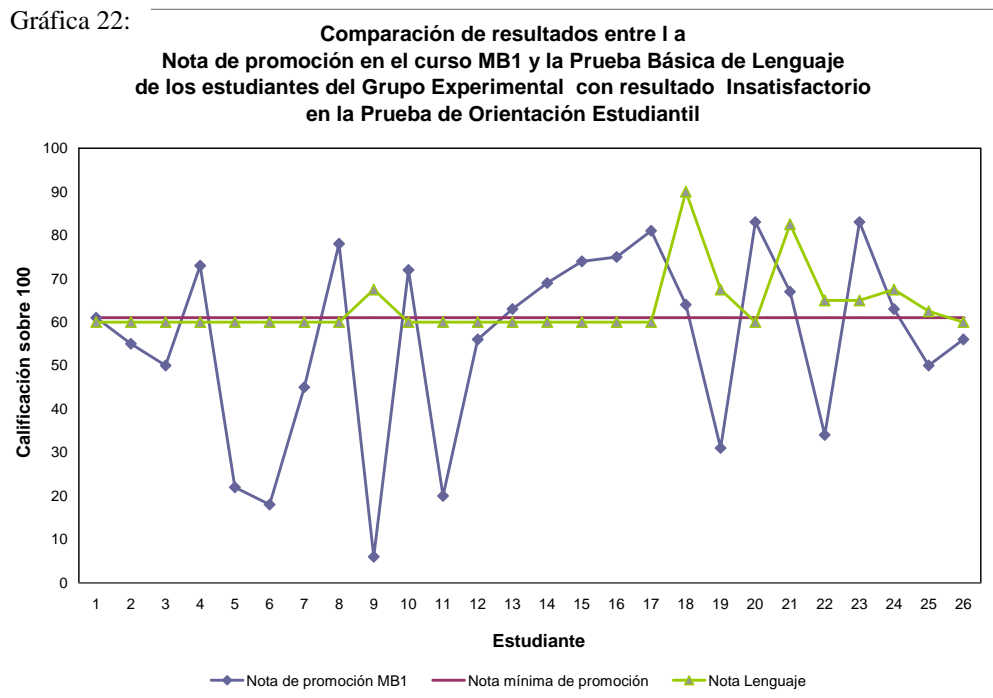


Aprobaron MB 1, **4 de 8** estudiantes con resultados satisfactorios de PE matemática y resultado de pruebas de orientación satisfactorio.

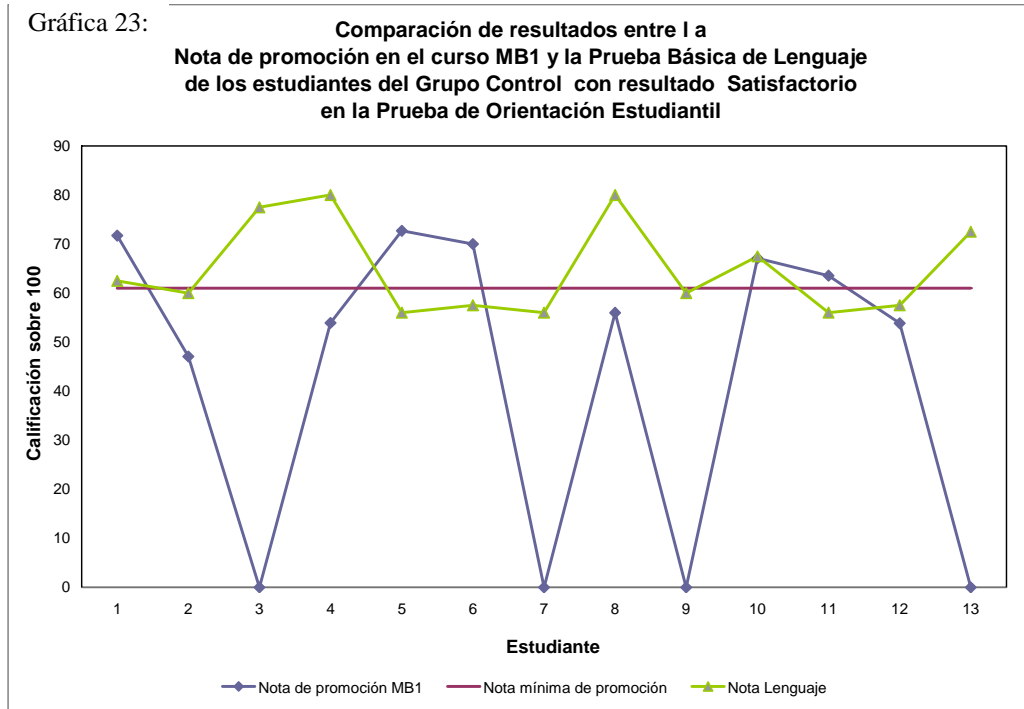
- Comparación de resultados finales del curso de MB 1 en el grupo control y el grupo experimental, contra resultados de pruebas lenguaje y de pruebas de orientación vocacional.



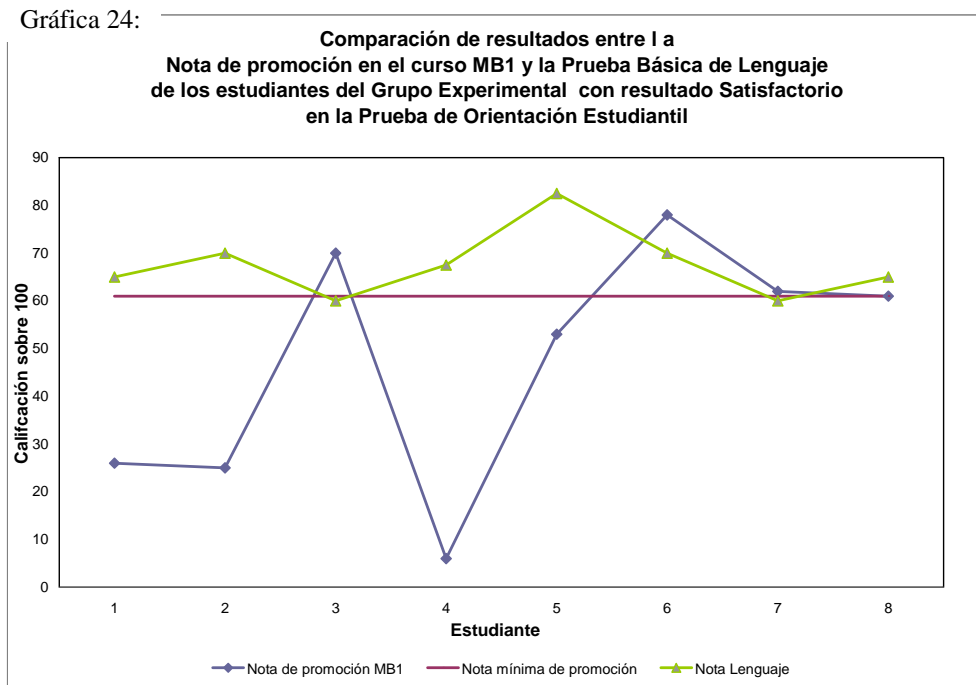
Aprobaron MB 1, **17 de 34** estudiantes con resultados satisfactorios de lenguaje y resultado de pruebas de orientación insatisfactorio



Aprobaron MB 1, **13 de 26** estudiantes con resultados satisfactorios de lenguaje y resultado de pruebas de orientación insatisfactorio.



Aprobaron MB 1, **4 de 13** estudiantes con resultados satisfactorios de lenguaje y resultado de pruebas de orientación satisfactorio.



Aprobaron MB 1, **4 de 8** estudiantes con resultados satisfactorios de lenguaje y resultado de pruebas de orientación satisfactorio.

8. Discusión de resultados

En la sección anterior se hizo una amplia presentación de los resultados obtenidos, los cuales tal como se indicó, permiten afirmar que se alcanzaron todos objetivos generales y específicos propuestos para el estudio. Además, se construyeron respuestas a las preguntas de investigación formuladas y se aceptaron tres de las cuatro hipótesis enunciadas en el diseño del proyecto.

La información que permite rechazar la hipótesis referente a la diferencia entre el rendimiento promedio de alumnos de primer ingreso y alumnos repitentes en el curso MB 1, es de suma importancia, ya que aporta evidencia acerca de una problemática específica que experimentan los alumnos repitentes para aprobar el curso en estudio y abre nuevas líneas de investigación de marcado interés para las autoridades administrativas y académicas de la Facultad de Ingeniería. En este sentido, se trabaja ya en una propuesta específica para solucionar dicha problemática.

El trabajo investigativo realizado en torno al perfil académico de los estudiantes de Matemática Básica 1, permite un conocimiento más profundo acerca de las características académicas y factores personales que influyen en el rendimiento en el curso MB 1. Lo anterior induce a sugerir que la formación matemática debe trascender la parte meramente cognitiva e incluir orientaciones en cuanto a: hábitos y estrategias de estudio de la matemática, exigencia académica de las carreras de ingeniería, estrategias para organizar el tiempo disponible, entre otros aspectos. Al conocer estos resultados de la investigación, la Escuela de Ciencias ha organizado una semana de inducción para los estudiantes de primer ingreso en el 2009, durante la cual las distintas áreas académicas de la etapa básica, darán orientaciones a los estudiantes con el objetivo de contribuir a solucionar la problemática descubierta.

Este hecho se considera de suma importancia pues además del área de matemática, los resultados del estudio estarán impactando otras áreas como física, química, dibujo técnico y social humanística, propiciando la vinculación de instancias internas de la Facultad de Ingeniería en torno a la solución de una problemática más amplia.

El análisis de los resultados obtenidos en las pruebas específicas de matemática y la identificación de la temática que más dificultad de aprendizaje presenta para los estudiantes de MB 1, permiten retroalimentar tanto el proceso de elaboración de dichas pruebas, como el programa de los cursos preuniversitarios preparatorios para la realización de las mismas. Concretamente, la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería, nombró en el mes de noviembre de 2008, una comisión en la que participarán a partir de enero del 2009, el Ing. Edwin Bracamonte (Investigador Asociado) y la Dra. Mayra Castillo (Coordinadora del Proyecto) conjuntamente con el Ing. Otto Hurtarte (Coordinador del Departamento de Física), la cual tendrá a su cargo la reorientación de los cursos preuniversitarios de matemática y física, tomando en consideración los resultados del presente estudio.

Por otra parte, el análisis de los resultados de las pruebas básicas de lenguaje y de diagnóstico de orientación vocacional, permitieron la vinculación de la Facultad de

Ingeniería con el Sistema de Orientación y Nivelación –SUN- y con la Oficina de Orientación Vocacional de la USAC. Además, permite una valoración y retroalimentación del trabajo que se realiza en ambas dependencias.

En cuanto a la eficiencia mostrada por la propuesta metodológica ensayada, se considera que no sólo se contribuyó significativamente a la solución del problema que dio origen a la investigación realizada, sino que se profundizó en el grado de conocimiento del mismo. Además, se hizo evidente que gran parte de la problemática asociada con el bajo rendimiento en el curso de MB 1 está relacionada con el predominio de la utilización de clase magistral como metodología de enseñanza, lo cual a su vez, aporta evidencia acerca de la urgente necesidad de que los profesores diversifiquen su acción docente en la búsqueda de metodologías alternativas en las cuales se promoció el aprendizaje autónomo de la matemática en particular y de la ciencia en general.

Los productos generados por la investigación, tales como el documento de 150 páginas titulado “Aprendamos a Aprender Matemática”, los videos y presentaciones motivaciones y la página Web puesta a disposición de los estudiantes, permiten que el equipo de investigación pueda continuar en el 2009 con la línea investigativa iniciada hace varios años, incluyendo la exploración de los estilos de aprendizaje de los alumnos. Además, el estudio realizado abrió la posibilidad de hacer aportes teóricos al aprendizaje cooperativo, al proponer que los grupos de trabajo se organicen de acuerdo al estilo de aprendizaje que se diagnostique.

Finalmente, se abre otra línea de investigación del aprendizaje de la matemática en el curso MB 1, con enfoque de género, lo cual se considera de gran importancia teórica y práctica.

9. Conclusiones

- a) Los grupos de estudiantes en estudio, pueden considerarse homogéneos en cuanto a: edad, hábitos y estrategias de estudio de la matemática a su ingreso a la Facultad de Ingeniería, apreciación personal del nivel de conocimientos matemáticos adquiridos en el nivel medio, problemática inicial para aprobar el curso MB 1, nivel de conocimientos del curso de MB 1 al inicio de clases, comportamiento global respecto a la nota promedio de cada grupo.
- b) Los grupos son heterogéneos en cuanto a: proporción de mujeres, ya que éste es mayor en el grupo experimental de la primera etapa; número de alumnos asignados en cada sección y oportunidad en que aprueban las pruebas específicas de matemática, ya que estas variables están fuera del control metodológico de la investigación.
- c) La propuesta metodológica ensayada muestra una evidente efectividad en la solución del problema planteado en la investigación. Dicha efectividad se fundamenta en los resultados cuantitativos finales, ya que al obtener en el grupo experimental de alumnos de primer ingreso un índice de aprobación del 71%, y con los alumnos repitentes del 52%, se superan ampliamente tanto los

índices de aprobación obtenidos en el grupo control de ambas etapas como los obtenidos globalmente en el resto de secciones. Además, dichos porcentajes no tienen precedentes en los últimos 15 años.

Por otra parte, las transformaciones actitudinales y de desempeño manifestadas por los estudiantes del grupo experimental, trascienden el aprendizaje meramente cognitivo, potenciando el valor formativo de la propuesta ensayada.

- d) El conocimiento de los aspectos involucrados en el perfil académico construido al inicio del ciclo lectivo, posibilita al docente el diseño de estrategias y actividades que potencialicen el aprendizaje de la matemática a partir de las diferencias individuales en el desarrollo de los estudiantes y de la diversidad de la manifestación de las mismas.
- e) Los elementos de la propuesta metodológica ensayada que los estudiantes identifican como más efectivos en la promoción del aprendizaje autónomo son:
- Motivación continua dada en clase.
 - Estructuración de las sesiones de clase: participación dinámica de los alumnos, conexiones históricas de los temas en estudio, riqueza y variedad de las explicaciones, relación profesora-alumnos, graduación creciente de dificultades, exigencia de trabajo investigativo autónomo, desafíos individuales y colectivos planteados continuamente, resolución de dudas en clase, promoción del aprendizaje cooperativo.
 - Guías individuales del estudio.
 - Guías para el trabajo cooperativo.
 - Módulos de repaso de unidad en la página Web diseñada para el curso.
 - Resolución de dudas vía electrónica.
 - Apoyo de los compañeros para el aprendizaje.
 - Elaboración y entrega obligatoria del texto paralelo.
 - Exámenes cortos.
- f) Los aportes más significativos que los estudiantes consideran que la metodología ensayada aportó para su formación son en orden de prioridad:
- Conocimientos matemáticos amplios y profundos.
 - Formación de hábito de estudio.
 - Guía para la estructuración de método individual de estudio.
 - Deseos de triunfar en la carrera.
 - Disposición para esforzarse al máximo.
 - Descubrimiento de la capacidad de aprender matemática.
 - Desarrollo de responsabilidad por el estudio autónomo.
 - Aprender a trabajar en equipo en forma presencial y virtual.
 - Aprender a investigar temas en estudio.
 - Desarrollo de gusto por aprender.

- Aprender a trabajar bajo presión.
 - Aprender a organizar el tiempo de estudio.
 - Auto confianza y determinación
 - Uso de Internet con fines de aprendizaje.
- g) Los estudiantes del grupo experimental tienen escasa experiencia previa en el trabajo cooperativo, el cual es confundido con el trabajo en grupo en el cual los alumnos simplemente conjuntan el trabajo realizado en forma individual. En consecuencia, se requiere de mucha orientación y seguimiento para vencer la resistencia inicial de los alumnos, la transformación de sus concepciones y creencias respecto al beneficio de esta modalidad de trabajo y los problemas relacionados con la sociabilidad de los participantes.
- h) La efectividad del trabajo cooperativo se hace evidente a partir de la vivencia por parte de los alumnos, de los beneficios académicos y humanos del trabajo en equipo; es decir, la transformaciones actitudinales que posibilitan el surgimiento y evolución de la sensación de pertenencia a un grupo y la orientación hacia el logro de objetivos comunes, emerge como producto de la convivencia e interacción en un entorno colaborativo, tanto presencial como virtual.
- i) La graduación progresiva de la dificultad de los ejercicios y problemas presentados, hasta alcanzar y superar los niveles de exigencia en las pruebas parciales y prueba final en forma de retos individuales y colectivos, mostró ser efectiva en la promoción del aprendizaje, al facilitar la comprensión y generar el interés por resolverlos, así como el desarrollo de la perseverancia en la búsqueda de soluciones.
- j) Las estudiantes de género femenino mostraron tanta capacidad y disposición de aprender matemática, como los estudiantes de género masculino. Dicho resultado es particularmente importante al contradecir la creencia popular en que dicha capacidad es menor en las mujeres.

10. Recomendaciones

- a) Para poder brindar una atención adecuada a los estudiantes que se asignan el curso de MB1 en las distintas secciones, se considera de vital importancia que el número de alumnos sea de 60 a un máximo de 80 alumnos por sección.
- b) Divulgar ampliamente los resultados de la investigación con los profesores del Departamento de Matemática de la Facultad de Ingeniería, Dirección de Escuela de Ciencias, Dirección del Centro de Investigaciones de Ingeniería, Decanatura de la Facultad de Ingeniería, Dirección General de Investigación de la USAC, SUN, y otras instancias de la USAC, con el fin de aprovechar los resultados de la investigación para el mejoramiento de la calidad de la enseñanza y el aprendizaje de la matemática en el nivel superior.

- c) Implementar la realización de un seminario-taller continuo con los profesores del Departamento de Matemática, a fin de consensuar las transformaciones metodológicas y de enfoques curriculares en la conducción de los cursos que se imparten, con el propósito de mejorar la calidad de formación matemática que reciben los estudiantes de la Facultad de Ingeniería.
- d) Para complementar el presente estudio, se sugiere investigar en trabajos posteriores, los estilos de aprendizaje que poseen los estudiantes a su ingreso a la Facultad de Ingeniería, como complemento a la construcción del perfil académico de ingreso, cuyo conocimiento previo permita a los docentes la adecuación de estrategias metodológicas a las características particulares de cada grupo de alumnos.
- e) Se sugiere y **solicita** a la Administración de la Facultad de ingeniería la toma de decisiones encaminadas a:
 - o Diseño de un programa de inducción para los estudiantes de primer ingreso en el 2009 a implementarse en las dos semanas previas al inicio de clases, que incluya orientación respecto a:
 - o Técnicas y estrategias para el aprendizaje de la matemática en particular y de la ciencia en general.
 - o Importancia del desarrollo de hábito de estudio autónomo continuo.
 - o Organización del tiempo dedicado al estudio individual de acuerdo con las exigencias académicas del primer semestre.
 - o Recursos e instancias de apoyo con que los estudiantes cuentan en la Facultad de Ingeniería.
 - o Reglamento de evaluación vigente en la USAC.
 - o Construir el perfil académico de todos los estudiantes de primer ingreso a la Facultad de Ingeniería, estableciendo correlaciones entre los resultados obtenidos en las pruebas de orientación vocacional, pruebas de conocimientos básicos de lenguaje y pruebas específicas de matemática para ingeniería. Dicha actividad investigativa podría vincularse al trabajo realizado por la Escuela de Ciencias, Oficina de Orientación Estudiantil, Centro de Cálculo e Investigación Educativa u otra que se considere adecuada.
 - o Implementación de los mecanismos administrativos que permitan a los estudiantes de primer ingreso, hacer un uso efectivo e inmediato de los recursos con que se cuenta en la Facultad de Ingeniería, entre ellos:
 - o Biblioteca.
 - o Acceso a Internet.
 - o Disponibilidad del servidor de la Facultad durante los fines de semana.

- Fortalecer el programa de ubicación de los alumnos de primer ingreso a la Facultad de Ingeniería, en lo referente a: validez, confiabilidad y nivel de dificultad de las pruebas específicas de matemática; implementación de mecanismos eficientes de asignación de estudiantes a las distintas secciones; estrecha vinculación con entes directores del Programa Académico Preparatorio –PAP- en lo concerniente a los cursos de matemática.
- k) Se solicita a la administración de la Facultad de Ingeniería el siguiente apoyo:
- Analizar la posibilidad financiera de comprar para la biblioteca una cantidad suficiente de los libros de texto y de la bibliografía de referencia adicional del curso MB1, para apoyar a los estudiantes que no puedan comprarlos.
 - Se sugiere además analizar la posibilidad de comprar un lote de calculadoras que puedan ser utilizadas en clase, por los estudiantes que tengan limitaciones económicas.
 - Viabilizar los mecanismos que permitan a los estudiantes el acceso continuo a los laboratorios de cómputo, para garantizar la efectiva utilización de los recursos de apoyo que se ofrecen en Internet.
 - Viabilizar los mecanismos que permitan la utilización de cañoneras en el salón de clase, ya que por el tamaño del grupo, se dificulta el uso de los salones que cuentan con este recurso instalado.

11. Bibliografía

1. Abraira, Concepción & Santamaría, Fernando. Integración de herramientas web en la clase de matemática. España. 2006.
2. Aguilar, José María. Técnicas de animación grupal. Espacio Editorial. Argentina: 2005.
3. Amante, Beatriz & Romero, Carmen. Estudio comparativo de la introducción de aprendizaje cooperativo en distintas titulaciones técnicas. Revista Iberoamericana de Educación. Madrid. 2002.
4. Arcila, Gonzalo. Crear competencias para pensar las ciencias. Ediciones Le Monde. Colombia: 2006.
5. Bohm, Winfried & Shiefelbein, Ernesto. Repensar la Educación. Diez preguntas para mejorar la docencia. Editorial Pontificia Universidad Javeriana. Colombia: 2004.
6. Botín, Emilio. Las universidades en la sociedad del conocimiento. <http://www.crue.org/jornadasEnero2006EmilioBotin>
7. Castillo, Jonathan. Aprendizaje Cooperativo. www.monografias.com. 2002.
8. Castillo, Mayra et. al. Concepciones que poseen los estudiantes de precálculo y cálculo de la Facultad de Ingeniería, acerca del concepto de función. Guatemala, 2005.

9. Castillo, Mayra. Sistemas caóticos y aprendizaje de la matemática. Guatemala, 2006.
10. Cordovés, Alexander. El aprendizaje cooperativo: un reto para la enseñanza. www.monografias.com.
11. Echeverría, Hugo. Los diseños de investigación y su implementación en la educación. Homo Sapiens Ediciones. Argentina. 2005.
12. Filloy, Eugenio. Matemática Educativa. Aspectos de la Investigación actual. Fondo de Cultura Económica. México: 2003.
13. Gallegos Nava, Ramón. Educación Holista. Pedagogía del Amor Universal.
14. Gallegos Nava, Ramón. El destino indivisible de la educación.
15. Giry, Marcel. Aprender a razonar. Aprender a pensar. Editorial Siglo XXI. Cuarta Edición. México: 2006.
16. Greene, Maxine. Liberar la imaginación. Primera Edición. Editorial GRAO. España. 2005.
17. Hernández Sampieri et.al. Metodología de la Investigación. Primera Edición. Editorial Mc Graw Hill. México. 2002.
18. Itzcovich, Horacio. Iniciación al estudio didáctico de la geometría. Libros del Zorzal. Argentina: 2005.
19. Maturana, Humberto. Transformación en la convivencia. Dolmen Ediciones. Chile: 2001.
20. Morin, Edgar. El Método V. La humanidad de la humanidad. Ediciones Cátedra. Primera Edición. España: 2001.
21. Morin, Edgar. Los siete saberes necesarios para la educación del futuro. Ediciones Nueva Visión. Primera edición en español. Argentina: 2001.
22. Ontoria, Antonio & col. Potenciar la capacidad de aprender y pensar. Editorial Narcea. Cuarta Edición. España: 2007.
23. Rosas, Ricardo. Piaget, Vigotski y Matrurana. Constructivismo a tres voces. Editorial Aique. Primera edición. Argentina: 2001.
24. Sadovsky, Patricia. Enseñar matemática hoy. Libros del Zorzal. Argentina: 2005.
25. Sessa, Carmen. Iniciación al estudio didáctico del álgebra. Orígenes y perspectivas. Libros del Zorzal. Argentina: 2005.
26. Spiegel, Murray. Estadística. Teoría y Problemas. Editorial Mc Graw Hill. México. 199.
27. Walpole, R. Myers, R. H., Myers, S. L. Probabilidad y estadística para ingenieros. Sexta edición. Prentice Hall. México. 1999.
28. Yaniz, Concepción. Planificar desde competencias para promover el aprendizaje. Universidad de Deusto. Bilbao, España: 2006.

Reporte Fotográfico

Grupo experimental primera etapa



Estudiantes en trabajo individual en clase



Estudiantes en trabajo cooperativo

Grupo experimental segunda etapa



Estudiantes en trabajo individual en clase



Estudiantes en trabajo cooperativo

Anexo

1. Programa oficial del curso Matemática Básica 1.
2. Encuesta aplicada a estudiantes.
3. Pretest.
4. Boleta de evaluación de propuesta metodológica ensayada.