



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Dirección General de Investigación



Informe Final de Proyecto de Investigación

Identificación del Proyecto

Nombre del proyecto

Ensayo de metodología participativa en ambientes virtuales de aprendizaje, como apoyo a la educación matemática presencial en carreras de ingeniería.

Integrantes del equipo de investigación

Dra. Mayra Virginia Castillo Montes:	Coordinadora Asociada
Lic. Francisco De la Rosa:	Investigador I
Inga. María del Mar Girón Córdón:	Investigador I
Ing. Edwin Adalberto Bracamonte Orozco:	Investigador Asociado
Lic. William Roberto Gutiérrez Herrera:	Investigador Asociado

Unidad académica avaladora: Facultad de Ingeniería.

Ubicación Programática:

Programa Universitario de Investigación en Educación – PUIE-

Línea (s) de investigación

Investigación educativa aplicada.

Eje temático: Tecnología educativa.

Fecha de la presentación del informe: 10 de enero de 2011.

INDICE GENERAL

	Contenido	Pag.
1.	Resumen	1
2.	Introducción	5
3.	Antecedentes	8
4.	Justificación	10
5.	Objetivos	12
6.	Metodología	12
7.	Presentación de Resultados	18
8.	Discusión de Resultados	31
9.	Conclusiones	40
10.	Recomendaciones	41
11.	Bibliografía	42
12.	Anexo	43
a)	Reporte fotográfico	43
b)	Encuestas aplicadas	46

INDICE DE ILUSTRACIONES

Gráfica 1	Mapa de relaciones cuando el profesor no guía el uso de recursos tecnológicos.	21
Gráfica 2	Mapa de relaciones cuando el profesor guía el uso de recursos tecnológicos.	22
Gráfica 3	Rendimiento académico en MB 1 Primera etapa, 2011	23
Gráfica 4	Rendimiento académico en MB 2 Segunda etapa, 2011	23
Gráfica 5	Relación entre participación en EVEA y rendimiento académico en MB 1	25
Gráfica 6	Relación entre participación en EVEA y rendimiento académico en MB 2	26
Gráfica 7	Tendencia de crecimiento promedio en reproducciones realizadas en canal de YouTube	28
Gráfica 8	Valoración de secciones del sitio virtual	30
Gráfica 9	Valoración del funcionamiento del sitio virtual	30
Figura 1	Sección de contenidos del sitio virtual	27
Figura 2	Secciones de interacción y administración del sitio virtual	27
Figura 3	Ubicación geográfica de usuarios de canal en YouTube	28
Figura 4	Video más reproducido en canal de YouTube	29
Figura 5	Nube de palabras utilizado Wordle	33
Figura 6	Uso de programa Open Shot para generación de videos	38
	Reporte fotográfico	43

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Características de los estudiantes de ingeniería, al participar en un EVEA	19
Tabla 2	Análisis de contingencia para MB 1	24
Tabla 3	Análisis de contingencia para MB 2	25

1. Resumen

Con base en fundamentos teóricos surgidos de la visión crítico-pedagógica del uso de tecnologías de la información y la comunicación (TIC), en el marco de una propuesta participativa y promotora del aprendizaje autónomo y colaborativo de la matemática en ambientes virtuales complementarios a la interacción presencial, la investigación realizada buscaba solucionar el siguiente problema identificado en la Escuela de Ciencias de la Facultad de Ingeniería:

Existen escasas investigaciones acerca del uso de espacios virtuales de aprendizaje como complemento a la formación presencial en las aulas de matemática, y no se ha estudiado la incidencia de la implementación de dichos entornos en la mejora del rendimiento académico en los dos cursos básicos de matemáticas, de carácter obligatorio en todas las carreras de ingeniería de la USAC.

Adicionalmente, el evidente crecimiento de la población estudiantil en los últimos años genera una problemática secundaria asociada con aglomeración en las aulas, dificultad docente para orientar de forma adecuada el proceso de aprendizaje, discontinuidad académica en caso de suspensión de las actividades presenciales y carencia de espacios para la autogestión del conocimiento.

La búsqueda de solución al problema descrito se orientó por la construcción de respuestas a las siguientes interrogantes:

1. ¿Cuáles son las características actitudinales y de desempeño de los estudiantes de ingeniería que emergen al participar en un entorno virtual de aprendizaje de la matemática, complementario a la formación presencial en los cursos Matemática Básica 1 y Matemática Básica 2?
2. ¿Existen diferencias en las características actitudinales y de desempeño en cuanto al género de los estudiantes de ingeniería, al participar en un entorno de aprendizaje virtual de la matemática?
3. ¿En qué medida incide la participación de los estudiantes de ingeniería en un ambiente virtual de aprendizaje de la matemática, en su rendimiento académico en los cursos MB 1 y MB 2?
4. ¿Cuáles son los elementos didácticos más eficaces de un entorno virtual de aprendizaje de la matemática, para el mejoramiento del rendimiento académico en los cursos MB 1 y MB 2?

En coherencia con lo anterior, el estudio se propuso como objetivos específicos:

Describir las características actitudinales y de desempeño de los estudiantes de ingeniería, que emergen al participar en un entorno virtual de aprendizaje de la matemática, complementario a la formación presencial en los cursos MB 1 y MB 2; establecer y explicar la incidencia de dicha participación en el rendimiento académico, así como identificar y describir los elementos más eficaces del

entorno virtual ensayado con fines de promover el aprendizaje autónomo y colaborativo de la matemática.

El diseño del estudio es descriptivo/correlacional, el cual incluye técnicas cualitativas como la observación, el análisis documental, la entrevista y la encuesta, combinadas con la aplicación de técnicas del análisis estadístico descriptivo, inferencial y multivariado de datos cuantitativos. El estudio se dividió en dos etapas coincidentes con los semestres académicos del 2011, correspondiendo la primera al trabajo con estudiantes de MB 1y la segunda, a estudiantes del curso MB 2.

El marco teórico construido permite plantear las siguientes hipótesis de investigación:

- **H₁**: La participación en ambientes virtuales de aprendizaje de la matemática fortalece y amplía el desarrollo de competencias cognitivas, actitudinales y de desempeño, que se fomentan en la interacción presencial.
- **H₂**: La participación en entornos virtuales de aprendizaje contribuye a la mejora del rendimiento académico en los cursos de matemática.
- **H₃**: Los elementos didácticos más eficaces de un entorno virtual para el aprendizaje de la matemática, son los que combinan el aprendizaje autónomo con el trabajo colaborativo, atendiendo diversos ritmos y estilos de aprendizaje.
- **H₄**: Respecto a las diferencias en cuanto los comportamientos actitudinales y de desempeño relacionadas con el género de los estudiantes, se espera generar hipótesis inductiva.

La investigación se centró en diseño e implementación de un sitio web, puesto a disposición de los alumnos de Matemática Básica 1 y Matemática Básica 2, para dar acompañamiento virtual al proceso de aprendizaje generado en la modalidad presencial.

Los resultados obtenidos permiten caracterizar a los estudiantes participantes, como jóvenes con grandes habilidades en el uso de recursos tecnológicos, que gustan de navegar en Internet, participar en redes sociales, pero que en general, no utilizan dichos gustos y habilidades con fines de aprendizaje de la matemática. Además, se describe la transformación de actitudes iniciales de timidez, inseguridad y temor, ocasionadas por la falta de experiencia en el uso de entornos virtuales de aprendizaje, hacia actitudes de compromiso, responsabilidad, alegría y solidaridad, al experimentar los beneficios de la disponibilidad de apoyo virtual complementario.

El rendimiento académico promedio en los grupos de estudiantes en los cursos de matemática en estudio, mostró ser mejor que en las secciones restantes en las cuales la formación fue totalmente presencial, estableciéndose la relación existente entre dicha mejora y la participación en el entorno virtual.

Los documentos y recursos que se generaron específicamente dirigidos a los estudiantes de los cursos en estudio, fueron evaluados por los participantes, de lo cual se estableció que los alumnos prefieren los recursos interactivos que incluyen imágenes, sonidos, son divertidos y les plantean situaciones para la reflexión y la búsqueda adicional de información. En el plano del aprendizaje individual, valoran las guías de estudio, resolución de ejemplos y evaluaciones preparatorias en línea.

Los videos y presentaciones motivaciones se pusieron a disposición de los usuarios de Internet, determinándose que entre el 4 de abril y el 30 de noviembre de 2011, se realizaron más quince mil reproducciones, lo cual evidencia que fueron consultados por una comunidad educativa mucho más amplia que la Facultad de Ingeniería y que la USAC, enlazada mediante sitios de países como México, Colombia, Perú, Chile, Argentina y Ecuador, entre otros.

Los resultados obtenidos se divulgaron en el ámbito nacional con profesores de la Facultad de Ingeniería, otras unidades académicas, así como centros universitarios regionales. Se divulgaron con investigadores de la Universidad de Costa Rica, Universidad de Panamá, Universidad del Este, en Puerto Rico, Instituto Tecnológico de Costa Rica y la Universidad Católica de El Salvador.

Finalmente, el equipo investigador se propone continuar en el estudio del tema al implementar un plan piloto para implementar cursos de matemática totalmente en línea, así como la propuesta de un programa de especialización de docentes universitarios para la educación virtual. Para el desarrollo de ambos proyectos se cuenta con el apoyo del Decano de la Facultad de Ingeniería.

Palabras clave: Tecnología educativa, ambiente virtual, aprendizaje, matemática.

2. Introducción

Desde sus orígenes, las instituciones universitarias han mantenido con la sociedad una dinámica oscilante entre estados de convergencia y divergencia, en función del grado de satisfacción de las demandas educativas derivadas del perfil del ciudadano que se requiere formar y del proyecto de nación al que se aspira, en los diferentes momentos históricos y los diversos contextos económicos y socioculturales en que se desarrollan.

Los acelerados cambios económicos, tecnológicos y culturales que durante las últimas décadas se experimentan en todo el mundo, ocasionan que las universidades sean llamadas hoy como nunca antes a transformar sus estructuras organizativas y sus modelos educativos no sólo para adaptarse a los procesos de cambio, sino ante todo para convertirse en gestoras e impulsoras de los mismos. Así, en la Conferencia Mundial sobre Educación Superior (realizada en París en 2009) se ratifica la función social de la universidad en la contribución a la búsqueda de solución a problemas mundiales como la extrema pobreza, el cambio climático y el desarrollo sostenible; así como el compromiso de ampliar la cobertura, garantizar la calidad, equidad y pertinencia de los procesos formativos de los profesionales requeridos por la sociedad globalizada y tecnologizada del siglo XXI.

Simultáneamente a las fuerzas externas que impulsan la transformación del microcosmos universitario, en su interior se gesta y desarrolla una compleja trama de situaciones problemáticas que requieren urgente solución, tales como la continua masificación de alumnos en las aulas, creciente precariedad de los recursos financieros disponibles, altos índices de fracaso y deserción, heterogenización progresiva de las características de los estudiantes; además de que un alto número de los profesores carecen de formación específica para la docencia universitaria, entre otras.

Particularmente, la Universidad de San Carlos de Guatemala vive muchas de las situaciones descritas y otras tales como congestión vehicular en sus accesos y escasez de parqueos en todas las unidades académicas. Adicionalmente, cada año se observan con profunda preocupación las graves deficiencias formativas que evidencian miles de estudiantes que no obtienen resultados satisfactorios en las pruebas de conocimientos básicos, hacia quienes la USAC ha tenido que orientar sus esfuerzos implementando programas remediales y diseñando materiales de apoyo que pretenden contribuir a saldar la deuda social de las instituciones educativas de los niveles educativos anteriores. Esta realidad es particularmente palpable para el caso de la matemática, en donde el fracaso escolar es más evidente.

La complejidad y multidimensionalidad de la problemática descrita, hace que a finales de la primera década del siglo XXI se considere impostergable el diseño e

implementación de un proceso profundo de transformación de las estructuras académicas, a fin de que las nuevas generaciones de profesionales guatemaltecos desarrollen capacidades de pensamiento y actuación, que les permitan en forma individual superar los retos de un mundo cada vez más exigente en las competencias laborales, y a Guatemala como nación disminuir la brecha científica y tecnológica con respecto a otros países, de tal manera que pueda incorporarse en condiciones favorables a los procesos globalizados imperantes en el mundo actual.

Pensar en transformar la USAC en un escenario de toma de decisiones orientadas al mejoramiento de los programas académicos, requiere que el análisis reflexivo se oriente hacia dos aspectos centrales: el primero se relaciona con la clara identificación de lo que se está en capacidad de realizar a corto y mediano plazo en las condiciones reales en las que opera. El segundo requiere del reconocimiento de hechos tales como: el espacio y la infraestructura física con que se cuenta en la actualidad son insuficientes para atender la demanda educativa, urgencia de mejorar la calidad de los procesos educativos así como de ampliar la cobertura y diversidad de la oferta formativa que se pone a disposición de los guatemaltecos.

Entre las posibles soluciones globales que se consideran factibles de implementar, casi de manera inevitable se considera como la mejor opción, el diseño y desarrollo de un campus virtual de enseñanza y aprendizaje. Algunos argumentos a favor son por ejemplo: se eliminan las limitaciones del espacio físico y la consecuente masificación en las aulas, se amplía la cobertura a personas que no pueden asistir de manera presencial por limitaciones de tiempo o distancia, se moderniza el proceso formativo al utilizar tecnologías de la información y comunicación, software educativo, entre otros. Sin embargo, sin negar o debatir la validez de los argumentos anteriores, como punto de partida para pensar en un campus virtual es conveniente realizar lo siguiente:

- Analizar si se cuenta con los recursos tecnológicos necesarios tales como capacidad de los servidores, ancho de banda adecuado, plataforma y equipo a utilizar, entre otros.
- Establecer los mecanismos que permitan garantizar la calidad y pertinencia de los procesos formativos virtuales, en el marco de una propuesta educativa participativa y centrada en el aprendizaje.
- Identificar las inversiones requeridas, ya que contrario a lo que pueda suponerse de manera empírica, la educación virtual no necesariamente es menos costosa que la presencial.
- Tomar conciencia de la necesidad de formar equipos de profesionales en el campo de la educación virtual, ya que ésta requiere de competencias docentes diferentes a las requeridas en la formación presencial.
- Establecer mecanismos de preparación previa de los alumnos para participar en un proceso de educación virtual.

- Establecer desde la etapa inicial una estrecha vinculación entre el proceso de innovación impulsado en el campus virtual y el registro de los procesos y resultados del mismo, orientados desde la perspectiva investigativa.

Adicionalmente a lo anterior, tal como se propone en el estudio realizado, es recomendable iniciar la innovación con un pilotaje a pequeña escala, con grupos de estudiantes que de manera voluntaria vean el proyecto como una oportunidad valiosa y no como penalización o como última instancia formativa ante la falta de recursos infraestructurales para ser atendidos. El tal sentido, el estudio realizado se visualiza como un punto de partida para el desarrollo de un campus universitario virtual pertinente y desarrollador de capacidades profesionales

La solución de la problemática descrita se inició con sesiones realizadas con los estudiantes interesados, a quienes se aplicó una encuesta exploratoria de interés por el uso de tecnología con fines de aprendizaje, disponibilidad personal de recursos y experiencias previas en cursos en línea. Con base en el perfil de los estudiantes, se implementó un sitio virtual en la plataforma Dokeos, administrada por la Facultad de Ingeniería, se creó un canal en YouTube enlazado al sitio y dieron orientaciones a los alumnos para optimizar la búsqueda en Internet de materiales educativos.

Entre los resultados más importantes se incluyen el mejoramiento del rendimiento académico en el curso de Matemática Básica 1, cuantificado mediante el 76.5 % de aprobación con los estudiantes de primer ingreso y del 71.2% con los estudiantes de Matemática Básica 2. De particular importancia se consideran estos resultados, ya que en el caso de MB 1 se supera en más del 10 puntos porcentuales, el porcentaje de aprobación global obtenido en las doce secciones restantes; para el caso de MB 2 se tiene una superación de 7 puntos porcentuales, el porcentaje global de las secciones restantes.

Los estudiantes de ambos cursos mostraron especial predilección por los videos educativos generados, las presentaciones dinámicas que incluyen sonido y el uso de software. Valoran de manera privilegiada las guías para el autoaprendizaje, los foros, el chat y los enlaces a sitios que contienen libros de texto adicionales, ejercicios resueltos y exámenes preparatorios en línea. El sitio virtual mostró su mayor potencial formativo en los períodos en que no había interacción presencial, por ejemplo, los fines de semana y la semana previa a semana en el primer semestre; así como el período de 10 días de cierre de la Facultad de Ingeniería por problemas estudiantiles.

Aunque los estudiantes no tenían experiencia previa en cursos en línea, mostraron un gran dominio del uso de recursos tecnológicos, interés por la interacción en entornos virtuales y rápida adaptación para la participación en foros de discusión. Las sesiones de chat mostraron su mayor potencial al adaptarse a los horarios propuestos por los alumnos, en horas de la tarde y noche, así como los fines de semana; por otra parte, su mayor eficiencia se

reporta al convocar a grupos pequeños para resolución de dudas sobre temas puntuales, previamente establecidos.

Otros resultados importantes, se relacionan con la identificación, mediante pruebas de contingencia utilizando Chi-cuadrado, de la relación de dependencia entre el rendimiento académico en matemática y la participación en el entorno virtual de aprendizaje, así como la descripción de las interacciones generadas en la comunidad virtual que fortalecieron la calidad de las relaciones presenciales.

En síntesis, los resultados del estudio generan conocimientos teóricos y referentes prácticos, para el diseño e implementación de sitios virtuales para el aprendizaje de la matemática en particular y de otras áreas del conocimiento en general. Los recursos generados se validaron en el contexto específico de la Facultad de Ingeniería de la USAC y además, su utilización beneficia a otras poblaciones educativas. Además, el estudio aporta referentes metodológicos para el diseño y validación de los aportes de los entornos virtuales, en términos de la calidad de los aprendizajes de los alumnos y del desarrollo de nuevas competencias docentes.

A partir de ello, en la Facultad de Ingeniería se apoya el desarrollo de cursos virtuales de matemática y física, así como la implementación de un programa de formación de profesores para la educación virtual, que se extiende a otras áreas disciplinares.

La divulgación realizada a comunidades de docentes universitarios y del nivel medio, de uso de recursos tecnológicos con fines de aprendizaje que se realizó en el marco del XV Congreso Nacional de Matemática Educativa, realizado en la Facultad de Ingeniería del 21 al 25 de noviembre, aporta evidencia acerca del interés generado por los resultados de la investigación, en la comunidad de educadores matemáticos.

3. Antecedentes

En el marco de la formación en ciencias básicas que reciben los estudiantes de ingeniería de la USAC, se considera que el aprendizaje de la matemática constituye un pilar fundamental debido a su poder desarrollador de funciones psicológicas superiores, y a su uso como herramienta indispensable para la modelación y solución de problemas propios del campo laboral de las distintas ramas de la ingeniería.

La formación matemática inicial se estructura en dos cursos obligatorios en todas las carreras de ingeniería: el primero se denomina Matemática Básica 1 y abarca contenidos del pre-cálculo; en el segundo, denominado Matemática Básica 2, se desarrollan temas del cálculo diferencial e integral de funciones en una variable. Prácticamente, estos dos cursos constituyen el requisito académico para los cursos restantes del área básica.

Las condiciones del incremento continuo de la población estudiantil en la Facultad de Ingeniería (14,000 aproximadamente en el 2011), implican un alto número de estudiantes en los cursos de matemática, lo cual dificulta la atención personalizada de los ritmos y estilos de aprendizaje de los alumnos. A pesar de que la Facultad de Ingeniería cuenta con una amplia y eficiente infraestructura en recursos tecnológicos (laboratorios de cómputo, Internet gratuito, aula virtual, recursos multimedia, entre otros), ésta no se ha aprovechado sistemáticamente como apoyo en los cursos de matemática, de manera que en general, predomina la clase magistral como principal metodología de enseñanza.

En el contexto general educativo en Guatemala, se encontraron referencias en Internet (<http://moodle.org/sites/index.php?country=GT>) de 85 sitios de instituciones de distintos niveles educativos que hacen uso de espacios telemáticos de comunicación, los cuales varían en su diseño y orientación desde campus virtuales hasta páginas y blogs utilizados como apoyo en la enseñanza de diversas asignaturas, así como para la difusión de la oferta académica que hacen. Sin embargo, no se encontraron reportes de resultados de investigaciones acerca de la implementación de dichos recursos con fines de aprendizaje.

Particularmente en el nivel superior, las diversas universidades guatemaltecas han hecho uso de las TICs para implementar cursos en línea en programas de educación a distancia o semipresenciales, especialmente para cursos de postgrado o de los últimos años de carreras intermedias y de licenciatura. Tampoco se encontraron referencias de los resultados del uso de la tecnología en la calidad de los aprendizajes. Para el caso de la USAC se encontró que en la Facultad de Arquitectura y en el CUNOC, se cuenta con espacios virtuales disponibles en diversos cursos que incluyen información del rendimiento, documentos de apoyo, tareas, entre otros.

El equipo de profesionales del presente proyecto de investigación, realizó en el 2007 un estudio en el cual se ensayó una propuesta metodológica para el aprendizaje de la matemática como una alternativa a la enseñanza tradicional, la cual se centró en identificar los rasgos fundamentales de una metodología participativa en entornos presenciales que permitió mejorar el rendimiento de los alumnos en el curso Matemática Básica 1. Entre los resultados de dicho estudio que fundamentan el presente estudio, se encuentran referencias de las transformaciones actitudinales y de desempeño que manifestaron los estudiantes al participar activamente en comunidades presenciales de aprendizaje, contando además con materiales y documentos puestos a su disposición en un sitio web destinado al curso; así como de la incidencia de estos aspectos en el mejoramiento del rendimiento en el curso Matemática Básica 1. (Castillo y colaboradores, 2007). Adicionalmente, durante el 2009, el mismo equipo realizó una investigación acerca de la relación entre los estilos de aprendizaje de los estudiantes de primer ingreso a la Facultad de Ingeniería y su rendimiento

académico en el curso Matemática Básica 1, cuyos resultados aportan evidencia acerca de la necesidad de reforzar los espacios de interacción presencial con la generación de entornos virtuales de aprendizaje de la matemática, que tomen en consideración la diversidad de ritmos y estilos de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería.

En síntesis: el diseño de la innovación didáctica ensayada en el 2011, consiste en una metodología participativa que incluye la aplicación de Tics para la creación de un entorno virtual promotor del aprendizaje autónomo de la matemática y el consecuente mejoramiento del rendimiento académico en los dos primeros cursos que en esta área se imparten a los estudiantes de ingeniería. El diseño metodológico y la interpretación de los resultados obtenidos, se fundamentan e interpretan con base en los referentes anteriormente descritos y otros incluidos en el marco teórico del estudio.

4. Justificación

El bajo rendimiento en el área de matemática es un aspecto deficitario de los sistemas educativos de gran número de países entre los que se encuentra Guatemala. Anualmente, miles de estudiantes no pueden acceder a la educación superior porque obtienen resultados insatisfactorios en las pruebas de conocimientos matemáticos, lo cual ocurre tanto a nivel general en la USAC como en forma particular en la Facultad de Ingeniería. Adicionalmente, muchos de los alumnos que solventan los requerimientos evaluativos de ingreso, igualmente fracasan en los cursos de matemática que se imparten en las diferentes carreras; mostrando la ineficacia de la enseñanza con relación a la elevada inversión de recursos humanos y financieros que se realiza. Lo anterior permite establecer las repercusiones económicas, sociales y culturales que tiene el problema del bajo rendimiento en matemática, tanto para la población estudiantil como para las instancias académicas y administrativas de la USAC.

Este panorama desalentador hace necesario que docentes e investigadores orienten su esfuerzo en la búsqueda de innovaciones metodológicas que transformen la enseñanza tradicional en un proceso dinámico y desarrollador de competencias profesionales, que incidan en la mejora de la calidad de la educación matemática en el país.

Adicionalmente, los actuales avances científico-tecnológicos característicos de nuestro mundo globalizado, demandan un cambio en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la matemática, lo cual requiere de la orientación hacia la búsqueda de nuevos métodos y estrategias didácticas que, aprovechando todas las potencialidades de las tecnologías de la información y comunicación, permita a los futuros profesionales de la ingeniería desempeñarse con eficiencia en un contexto social caracterizado por la imagen y la interacción dinámica. Dicha transformación es factible dado que se cuenta con los recursos tecnológicos

necesarios y con insumos de estudios anteriores realizados en el contexto de la Facultad de Ingeniería.

Los resultados de la investigación realizada contribuyen a modernizar la educación matemática en la Facultad de Ingeniería al proponer el uso de tecnología en el marco de una propuesta metodológica que promueva el aprendizaje autónomo y colaborativo de la matemática, tanto en entornos virtuales como presenciales; beneficiando de manera directa a un grupo meta de 200 estudiantes. Adicionalmente, los productos de la investigación tales como documentos didácticos y materiales multimedia están a disposición tanto de los profesores de la matemática de la Facultad de Ingeniería, como de otras unidades académicas, incluyendo a los de cursos preuniversitarios que se imparten a los aspirantes a ingresar a la USAC, así como otras poblaciones, tal como se evidencia en el uso del canal abierto en YouTube.

El estudio consideró las directrices investigativas dadas por la Dirección General de Investigación explicitadas por medio de las líneas prioritarias y ejes temáticos propuestos para los estudios realizados en el 2011, en el marco del Programa de Investigación Universitario en Educación; particularmente en lo relativo a la investigación educativa aplicada y al eje de propuestas para el uso de tecnologías educativas. La adopción como directriz de esta línea prioritaria de investigación está en concordancia con la búsqueda de estrategias de mejoramiento y fortalecimiento de la educación matemática en el nivel superior, en el ámbito de la construcción de la sociedad del conocimiento.

Es importante evidenciar que la UNESCO explicita como uno de los pilares fundamentales de una educación que posibilite la transición de la sociedad de la información a la sociedad del conocimiento, el desarrollo de la capacidad de *Aprender a aprender*.¹ Referido al campo particular de la educación matemática en el nivel superior y al ámbito específico de la ejecución del estudio, esta directriz se reflejó como la urgente necesidad de propiciar que los alumnos de primer ingreso a la Facultad de Ingeniería, aprendan a aprender matemática de forma autónoma. Como punto de partida del estudio se consideró que la búsqueda de concreción de este importante lineamiento de vigencia actual a nivel nacional e internacional, sólo sería posible en la medida en que los estudiantes experimenten las posibilidades de aprendizaje que ofrecen los recursos tecnológicos y de manera consciente, se involucren de manera activa en la búsqueda de su aprovechamiento con fines de mejorar su rendimiento académico.

Finalmente, debido a que hasta el momento de iniciar el presente estudio, se detectó que existen escasas investigaciones acerca del uso de espacios virtuales de aprendizaje complementarios a la formación presencial en las aulas de matemática en la Facultad de Ingeniería, y no se ha estudiado la incidencia de la implementación de dichos entornos en la mejora del rendimiento académico en

¹ Informe Mundial de la UNESCO. Hacia las Sociedades del Conocimiento. 2005.

los dos cursos básicos de matemáticas, los resultados de la investigación realizada vienen a llenar este vacío de conocimientos y aportan referentes teóricos y prácticos para el fortalecimiento del sistema educativo en el nivel superior.

5. Objetivos

El estudio se dividió en dos etapas coincidentes con los semestres académicos del 20011, en la primera participaron alumnos que se asignaron por primera vez el curso MB1, y en la segunda fase participaron alumnos de MB 2. Los objetivos específicos propuestos para cada fase son los mismos, pero para grupos diferentes.

Las metas propuestas para la investigación se enunciaron de la siguiente manera:

- **Objetivo General**

Ensayar metodología participativa en un entorno virtual de aprendizaje de la matemática en carreras de ingeniería, complementaria de la formación presencial.

- **Objetivos Específicos**

1. Describir las características actitudinales y de desempeño de los estudiantes de ingeniería, que emergen al participar en un entorno virtual de aprendizaje de la matemática, como complemento a la formación presencial en los cursos MB 1 y MB 2.
2. Explicar la incidencia de la participación de los estudiantes de ingeniería en un ambiente virtual de aprendizaje de la matemática, en la mejora de su rendimiento académico en los cursos MB 1 y MB 2, impartidos durante el 2011.
3. Describir los elementos didácticos más eficaces de un entorno virtual de aprendizaje de la matemática, para la mejora del rendimiento académico en los cursos MB 1 y MB 2.

6. Metodología

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

➤ **Adopción de Marco Teórico**

Durante las dos últimas décadas la integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en las aulas universitarias se ha realizado desde tres grandes visiones: uso de la tecnología como fin, en cuyo contexto se le atribuye enormes y exclusivas potencialidades; uso de la tecnología como moda, en la cual se utilizan de manera indiscriminada diversidad de materiales multimedia sin considerar su valor didáctico; y por último, se identifica la visión crítico-pedagógica en la cual se prioriza la innovación y la mejora del aprendizaje aprovechando en su justa medida las posibilidades didácticas del uso de sistemas telemáticos. (Bautista, Borges & Fores, 2006)

Desde esta última perspectiva se realizó la presente investigación, la cual se propuso incorporar el uso de las TICs en el diseño de un entorno virtual de aprendizaje, utilizado durante el 2011 como apoyo y complemento de la formación presencial en los cursos MB 1 y MB 2, en el marco de una propuesta didáctica promotora de la participación activa de los estudiantes como actores del proceso de aprendizaje, la cual trasciende aspectos meramente cognitivos al propiciar el desarrollo de competencias actitudinales y desempeño profesional.

La propuesta emerge al considerar que en atención a las prioridades formativas de la universidad en el siglo XXI, no puede seguirse pensando que los roles docentes se limitan únicamente a la transmisión de información sobre los contenidos en estudio sino que se aboga por una acción educativa que trascienda el aula, al proponer una amalgama de posibles escenarios, contextos e interacciones que potencialicen el desarrollo de la capacidad de aprendizaje autónomo y colaborativo, como respuesta a los requerimientos de la sociedad actual para el desempeño laboral de los futuros profesionales de la ingeniería.

Cebrián y colaboradores (2007, p. 29), citan a Bates (2001), quien afirma que el uso complementario de la tecnología en las aulas universitarias puede contribuir a: mejorar la calidad de los aprendizajes, preparar a los estudiantes para el mundo laboral en el cual se utiliza tecnología, ampliar el acceso a la educación y mejorar la relación entre el costo y la eficacia de la enseñanza. En este contexto, se generan cambios en el proceso educativo que requieren la articulación coherente de los roles docentes manifiestos en la interacción presencial que sirve de sustento, con el acompañamiento virtual del aprendizaje fuera de las aulas. Dichos cambios generan a su vez el desarrollo de competencias docentes relacionadas con la planificación, diseño y presentación de actividades de aprendizaje, reflexión, investigación e innovación de la enseñanza.

Por otra parte, la combinación de metodologías participativas presenciales y virtuales promueve que los estudiantes dejen de ser pasivos receptores y reproductores de información y se transformen en seres proactivos, responsables, constantes, disciplinados, curiosos, creativos, que trabajan de forma planificada en la autogestión del conocimiento, de acuerdo con su ritmo y

estilo personal de aprendizaje. Sin embargo, Bautista & col. (2006, pp. 45-46) afirman que no se debe esperar del estudiante en un entorno virtual de enseñanza y aprendizaje (EVEA): que participe en un 100%, que haga todo lo que se le sugiere, que cumpla en un 100% con los plazos establecidos, que no cometa errores de comunicación y que tenga un dominio avanzado de la tecnología. De los mismos autores, se adoptó la tipología de las características actitudinales y de desempeño de los estudiantes que participan en un EVEA (pp. 41-43), la cual se resume a continuación:

Características personales Estrategias de aprendizaje	Adaptado: le gusta y valora participar en un EVEA Inadaptado: no se siente cómodo en un EVEA Inicial: carece de experiencia y estrategias básicas Medio: tiene estrategias básicas y experiencia mínima. Avanzado: tiene destrezas avanzadas de búsqueda y producción de conocimientos utilizando un EVEA.
Destrezas técnicas	Principiante: no familiarizado con los recursos informáticos. Integrado: manejo adecuado de recursos tecnológicos. Avanzado: gran conocimiento del uso de herramientas tecnológicas.
Participación en un EVEA	Ausente: no se conecta ni participa en el aula virtual. Pasivo: ingresa al aula, lee y ejecuta pero no hace aportes. Activo: participa activamente realizando, preguntando, haciendo aportes.
Calidad de la participación en un EVEA	Escasa: aporta poco o nada nuevo. Aceptable: aporta producciones o reflexiones personales Brillante: hace muchos aportes, promueve el debate grupal, propone actividades, comparte logros personales.

La revisión bibliográfica acerca de los fundamentos teóricos y reportes de investigación relacionados con el tema, permitió identificar múltiples concepciones acerca de lo que se considera como uso de tecnología en el aula de matemática, encontrando con esta denominación actividades como: uso de materiales disponibles en Internet, uso de software, incorporación de calculadoras y computadoras, implementación de blogs, sitios para aprendizaje virtual, entre otros. En el presente estudio se propone la creación de un sitio en Internet con apoyo de las Tics que fomenten la consolidación de una comunidad virtual de aprendizaje, como extensión y complemento de la comunidad presencial que se fomenta en el aula, considerando que las tecnologías educativas “No son neutras ni pueden separar su carácter de herramienta y entorno (de aprendizaje), de los fines con los que se las utiliza” (Litwin, 2005)

Respecto a investigaciones acerca del uso de soporte tecnológico como apoyo a la docencia universitaria, se consideran importantes los aportes de Diez Gutiérrez (2006) quien al ensayar una propuesta de innovación con estudiantes de la

Universidad de León, España, propone la elaboración de documentos y materiales específicamente orientados al curso en el cual se utilizan, debido a lo caótico y contradictorio que puede resultar el volumen de información disponible en Internet, agregando que ésta debe ser utilizada de forma guiada. Además describe las tareas que mayor efecto tuvieron en el aprendizaje de los estudiantes, clasificándolas en actividades de: refuerzo, recopilación, descubrimiento, periodísticas, creativas, de diseño, persuasión, juicio crítico, construcción de consenso, conocimiento de la profesión, planeación y ejecución. Dichos referentes se tomaron en consideración en el diseño del ambiente virtual puesto a disposición de los grupos de estudiantes participantes en el estudio.

Por su parte, Gewerc (2005) como producto de un estudio realizado con estudiantes de la Universidad de Santiago de Compostela, España, afirma que al organizar la docencia combinando espacios presenciales y virtuales, se revalorizan los encuentros cara a cara mediados por la coincidencia en tiempo y espacio, y que a la vez éstos se fortalecen y amplían con la interacción virtual asincrónica en la cual los estudiantes se convierten en protagonistas del proceso educativo. Concretamente, Gewerc propone el uso de blogs construidos conjuntamente con los participantes.

Con referencia al uso de TIC en la educación matemática en el nivel superior, se toman referentes teóricos y metodológicos de dos trabajos: el primero, de Sancho y Masiá (2006), el cual reporta la creación de un espacio virtual para el aprendizaje de la matemática en carreras de ingeniería de la Universidad Abierta de Catalunya. Los principios que sustentan el estudio son: integrar todos los recursos en un solo entorno de aprendizaje, los materiales deben atender desde los estudiantes con escasos conocimientos previos hasta los más avanzados, evitar el uso de materiales y recursos que no son indispensables, uso direccionado de Internet.

En el segundo referente, Dal Bianco y colaboradores (2007), reportan que en la Universidad de Costa Rica desarrollaron la unidad de Geometría Analítica combinando una metodología activa presencial y virtual, logrando un alto nivel de desempeño y motivación en los estudiantes, así como la transformación de las concepciones de los propios investigadores acerca de su labor docente.

Finalmente, Chang y Bautista (2011) evidencian como resultado de un estudio realizado en Costa Rica, que los universitarios hablan de un modo particular, con palabras cortas, términos tomados del inglés, con mezcla y reducción de vocablo; además indican que los SMS han generado en los últimos tiempos un nuevo lenguaje jergal escrito, con un código propio y complejo que incorpora elementos icónicos en la comunicación por mensajería electrónica y en sesiones el chat.

➤ **Enfoque**

Desde la perspectiva investigativa el estudio realizado es de tipo descriptivo/correlacional ya que describe las características actitudinales y de desempeño de los estudiantes de ingeniería al participar en un entorno virtual de aprendizaje de la matemática; además, establece y explica la incidencia que tiene dicha participación en el rendimiento académico en los cursos MB 1 y MB 2. Puede además clasificarse como de tipo mixto, ya que incluye técnicas cualitativas y cuantitativas de investigación.

➤ **Etapas**

Debido a las condiciones en las que se desarrolló la investigación, ésta se dividió en dos etapas coincidentes con los semestres académicos del 2011. Durante el primer semestre se trabajó con estudiantes de primer ingreso que se asignaron por primera vez el curso de MB 1, y durante la segunda etapa se realizó un estudio análogo con estudiantes que se asignaron por primera vez el curso de MB 2, en el segundo semestre.

➤ **Fases**

En cada una de las etapas del estudio, se desarrollaron varias fases, algunas de las cuales se realizaron paralelamente y se presentan por separado sólo con fines de claridad expositiva.

- **Revisión bibliográfica**

A lo largo de la investigación se realizó una amplia revisión bibliográfica relacionada con la temática en estudio, para enriquecer el marco inicial con nuevos referentes teóricos y metodológicos.

- **Diseño y validación de instrumentos de recolección de información**

Se diseñaron y validaron encuestas para recopilar información de los estudiantes referente a: edad, carrera, hábitos de estudio, estrategias de aprendizaje en entornos virtuales, disponibilidad de equipo y acceso a Internet, destrezas técnicas en el uso de TIC, entre otras. Se diseñó y validó entrevista semiestructurada y boleta para registro de observaciones de clase.

- **Diseño estructural de base de datos**

A partir de la estructura de los instrumentos utilizados se diseñó un programa para el manejo de los datos obtenidos y su análisis posterior.

- **Recolección de información**

Durante la primera semana de clases de cada semestre, se aplicó una encuesta a los estudiantes y se tabularon las respuestas en la base electrónica. Además, se realizó una observación no participativa de todas las sesiones de clase, utilizando para ello la boleta diseñada con ese propósito. Dos semanas previas

al final de cada ciclo académico, se aplicaron nuevas encuestas y se realizaron las entrevistas planificadas. Además, utilizando medios electrónicos subyacentes a la estructura del ambiente virtual de aprendizaje, se recopiló información referente a las características de la participación individual y colectiva en el sitio web del curso.

- **Análisis de información**

Se procedió a la identificación y descripción de las características actitudinales y de desempeño de los estudiantes en el entorno virtual de aprendizaje. Se analizaron las producciones de los estudiantes con base en el sistema de rúbricas establecidas para cada actividad.

- **Desarrollo tecnológico de entorno virtual de aprendizaje de la matemática**
En concordancia con los referentes teóricos adoptados, la orientación estructural del sitio se diseñó en tres direcciones:

- a) Inicial o de socialización, que incluye: mensaje o sesión de bienvenida para crear clima de confianza y cercanía, información básica sobre el entorno virtual a utilizar. Se hizo evidente que el principal objetivo era la promoción del aprendizaje autónomo y colaborativo de la matemática, así como lo que se esperaba de los estudiantes.
- b) De desarrollo o promoción del aprendizaje: se fomentó la comunicación educativa multidireccional por medio de materiales y actividades de diferente base orientadora, propósito, nivel de dificultad y con atención a diversos ritmos y estilos de aprendizaje.
- c) De cierre o integradoras: incluye comentarios o recomendaciones generales para el uso eficaz del entorno con fines de lograr aprendizajes significativos.

La estructura básica del entorno virtual de aprendizaje incluye secciones tales como: cronograma de actividades, programa del curso, metas, guías para el aprendizaje aprendizaje; actividades individuales y grupales, obligatorias y opcionales; documentos, videos y presentaciones; enlaces, foro, chat, buzón de tareas y calificaciones. Además, se fomentó el uso del correo electrónico para atender consultas sobre temas puntuales.

- **Ensayo de utilización de ambiente virtual para el aprendizaje de la matemática**

Esta fase constituye uno de los mayores aportes a la educación matemática en el nivel superior, ya que no sólo se innovó la metodología de enseñanza con fines de mejorar el rendimiento académico, sino que se buscó la identificación de los elementos más eficaces del entorno virtual así como la descripción de las características manifiestas por los estudiantes durante su participación. Esta fase es particularmente importante, ya que aporta referentes para el posible diseño sitios para cursos en línea de otras áreas, o bien para cursos de matemática impartidos en otras unidades académicas.

- Relación entre el uso de un entorno virtual de aprendizaje y el rendimiento académico en cursos de matemática.

La identificación de la incidencia del uso de un entorno virtual de aprendizaje en la mejora del rendimiento académico, se realizó desde el momento inicial de los cursos hasta su conclusión.

- Elaboración de informes

Con el apoyo del marco teórico previamente construido y ampliado de manera continua, se interpretaron los resultados obtenidos y se analizaron con relación a: grado de avance logrado en el alcance de las metas propuestas, construcción de respuestas a las interrogantes planteadas y en la verificación, modificación o rechazo de las hipótesis formuladas. Los principales resultados se presentaron en informes mensuales, en el informe de avances parciales y se consolidan en el presente informe.

- Divulgación de resultados

Se realizó desde el inicio de la investigación hasta su finalización y se continuará posteriormente a ello. La actividad divulgativa se inició con las instancias internas de la Facultad de Ingeniería, luego se amplió al resto de la USAC, a otras universidades y centros de investigación tanto nacionales como de otros países. Se enviará reporte de investigación a eventos relacionados con la educación matemática, en el 2012.

➤ **Técnicas de investigación**

Análisis documental de las producciones de los estudiantes, encuestas y entrevistas a los alumnos asignados en los grupos de ambas etapas, para determinar sus estrategias y destrezas del manejo de recursos informáticos, así como para identificar los materiales más eficaces para el mejoramiento del rendimiento académico. La participación en el ambiente virtual se registró mediante una base electrónica para determinar la cantidad y calidad de los aportes individuales y grupales. Se realizó observación no participativa de todas las sesiones de clase, registrando en una boleta diseñada para tal efecto, las características de la interacción presencial para relacionarla con las características de la interacción en el ambiente virtual. Además, se aplicaron técnicas de la estadística descriptiva, inferencial y multivariada de datos cuantitativos.

7. Presentación de Resultados

➤ **Encuesta exploratoria inicial**

A continuación se presentan los resultados de la encuesta inicial aplicada durante la primera semana de clases de cada semestre:

- a) El 98 % de los alumnos manifiesta que dispone de computadora en su casa.
- b) El 96 % de los alumnos utiliza Windows como sistema operativo en sus computadores, el resto utiliza Linux y Mac Os.
- c) El 95 % de los estudiantes tienen acceso a Internet en su casa, el resto en la universidad u otros lugares.
- d) El 65% de los alumnos dedica entre media hora y dos horas a navegar en diariamente en Internet, el 20% dedica entre dos y tres horas, mientras que 15% dedica más de tres horas.
- e) El 58% de los estudiantes utilizan internet por la noche, el 35% por la tarde 7% lo hacen por la tarde y por la noche.
- f) Los estudiantes utilizan Internet todos los días de la semana, con especial énfasis del viernes al domingo.
- g) Los alumnos utilizan Internet para correo electrónico, redes sociales, chateo y descarga de documentos, videos y música.
- h) Ningún estudiante ha participado previamente en cursos en la modalidad virtual, pero el 90% busca materiales para complementar los cursos tales como: videos, ejercicios resueltos, información.

➤ **Características de los alumnos al participar en un entorno virtual de aprendizaje de la matemática**

En coherencia con el objetivo específico 1, las características actitudinales y de desempeño de los estudiantes de MB 1 y MB2, se determinaron mediante el análisis de respuestas en la entrevista, análisis cualitativo de las participaciones en el entorno virtual de enseñanza y aprendizaje (EVEA) de la matemática. Las mismas se describen en tabla 1.

Características personales	Categorías	Porcentaje de alumnos
Gusto e interés por el EVEA	Adaptado	99%
	Inadaptado	1%
Estrategias de aprendizaje	Inicial	5%
	Medio	65%
	Avanzado	30%
Destrezas técnicas	Principiante	0%
	Integrado	30%
	Avanzado	70%
Participación en el EVEA	Ausente	0%
	Pasivo	20%
	Activo	80%
Calidad de la participación en el EVEA	Escasa	7%
	Aceptable	70%
	Brillante	23%

Tabla 1: Característica de estudiantes de ingeniería al participar en un EVEA.

De acuerdo con resultados de encuesta inicial, los estudiantes manifestaron el predominio de actitudes de inseguridad, tensión y timidez, al participar en foros de consulta y discusión de problemas, debidas a su inexperiencia de participar en

entornos virtuales de aprendizaje, temor de equivocarse o que los demás tuvieran acceso a la lectura de las producciones, así como al desconocimiento de las personas con quienes interactuaban.

En la interacción presencial, se detectó mediante la observación diaria de clases, que los alumnos se conocieron primero en los foros o el chat y a partir de ello, se buscaron en el salón de clase para conocerse de manera presencial. En este sentido, el hecho de que por restricciones de la plataforma, no se permitía insertar la fotografía de los usuarios, se considera una limitación para acelerar el proceso de socialización.

En los foros y sesiones de chat, se hizo evidente que la transformación actitudinal en el grupo de mujeres, fue más rápido que en el de hombres, pues las chicas tomaron la iniciativa de consultar y promover las discusiones alrededor de los temas propuestos. Dicha actitud promovió cambios en los comportamientos actitudinales iniciales del grupo, derivando al final en manifestaciones de alegría, confianza y optimismo, al experimentar los beneficios de contar con el apoyo del sitio virtual.

Por otra parte, el grupo de mujeres mostró un mejor cumplimiento de los plazos establecidos en la agenda de actividades y tareas, los hombres participaban con mayor énfasis en las últimas fechas disponibles. En cuanto a la calidad de las participaciones, no se observó ninguna diferencia por género, salvo en el seguimiento de instrucciones para la identificación de los archivos de tareas, en los que las mujeres mostraron ser más acuciosas en los detalles.

En cuanto al desempeño en las diferentes producciones escritas, el grupo evidenció una evolución en la pertinencia del lenguaje utilizado, el cual al inicio era lacónico, icónico y poco preciso, mientras que en los aportes finales se observa el uso adecuado del lenguaje matemático, explicitación de ideas personales y coherencia en los planteamientos de dudas y explicaciones.

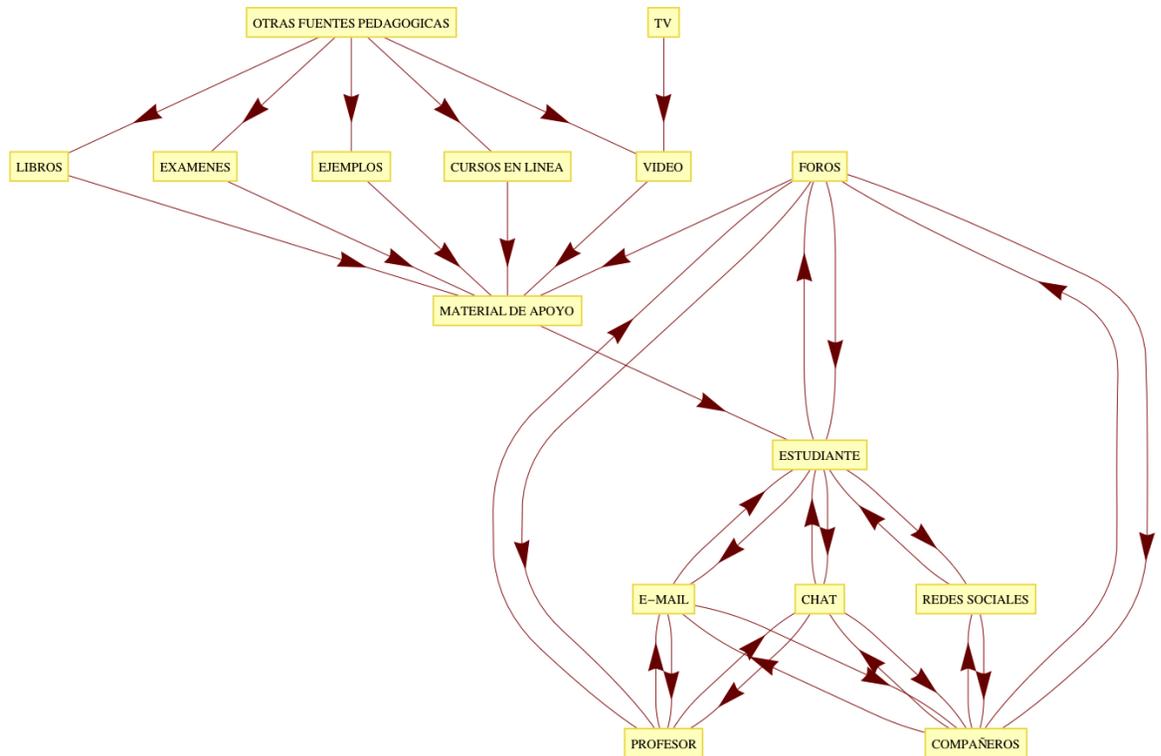
A partir del alto dominio mostrado para el uso de recursos tecnológicos y el hábito de navegación en Internet, los alumnos paulatinamente, utilizaron dichas habilidades con fines educativos, compartiendo con los compañeros sus hallazgos y las estrategias de búsqueda utilizadas.

➤ **Relaciones generadas en el entorno virtual de enseñanza y aprendizaje de la matemática**

Al inicio de los cursos, se dejó a los alumnos en libertad de interactuar con los medios puestos a su disposición, determinándose que si el profesor no interviene en la orientación de su uso, el estudiante es el centro de la interacción, y se genera una red de relaciones en la que el profesor y los compañeros aparecen en el mismo nivel categórico de influencias, ambos subordinados a la categoría

de otras fuentes pedagógicas disponibles en internet, tal como se muestra en la gráfica 1.

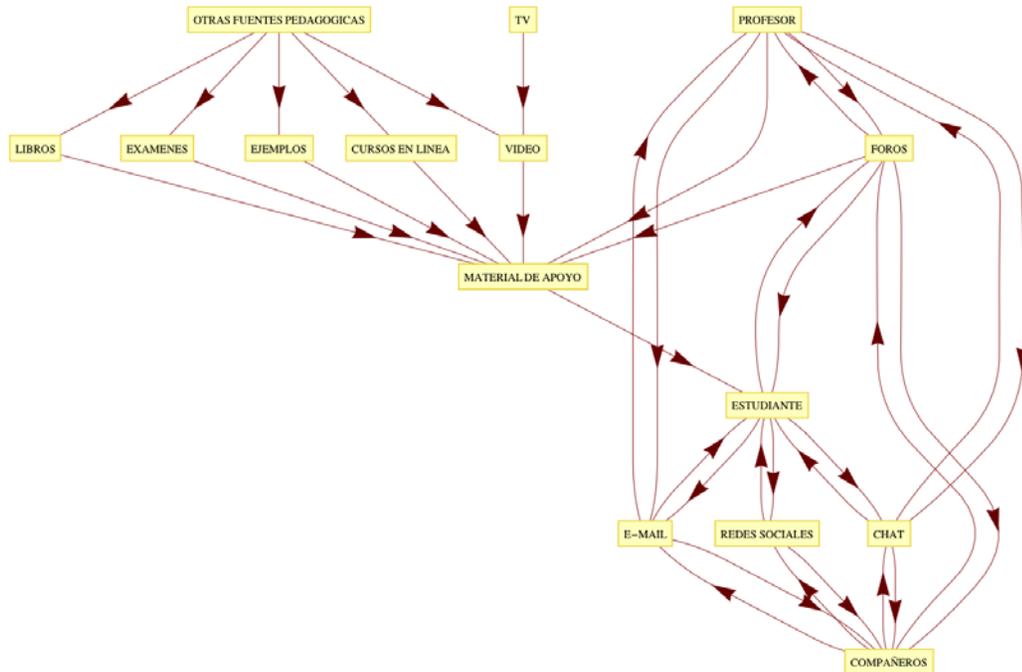
En este contexto relacional, los alumnos invertían mucho tiempo en el hallazgo de materiales pertinentes y de buena calidad, lo cual se tomó como punto de partida para orientar sus mecanismos de búsqueda y generó espacios para la discusión sobre los criterios para la validación de los sitios consultados.



Gráfica 1: Mapa de relaciones cuando el profesor no guía el uso de recursos tecnológicos.

La red de relaciones anterior, se perturba cuando la figura del profesor asume el rol que le corresponde como guía y orientador de la gestión del conocimiento mediante el uso de los recursos tecnológicos disponibles para el aprendizaje, reubicándose en la dirección de las interacciones, en la cual cada estudiante está más ligado a sus compañeros en su intencionalidad de aprendizaje. Lo anteriormente descrito, se ilustra en la gráfica 2.

Por otra parte, se estableció que cuando el profesor o tutor asume el rol de guía en el uso de los recursos disponibles en la red, se desarrollan competencias docentes relacionadas con la planificación y diseño de actividades para el aprendizaje, se transforma la perspectiva evaluativa al incorporar un sistema de rúbricas específicas para medición de los desempeños y se desarrollan destrezas en el uso de diversos recursos tecnológicos. Además, se documentan y referencian los sitios de Internet que pueden complementar el sitio diseñado.



Gráfica 2: Mapa de relaciones cuando el profesor guía el uso de recursos tecnológicos

➤ **Análisis del rendimiento académico en matemática**

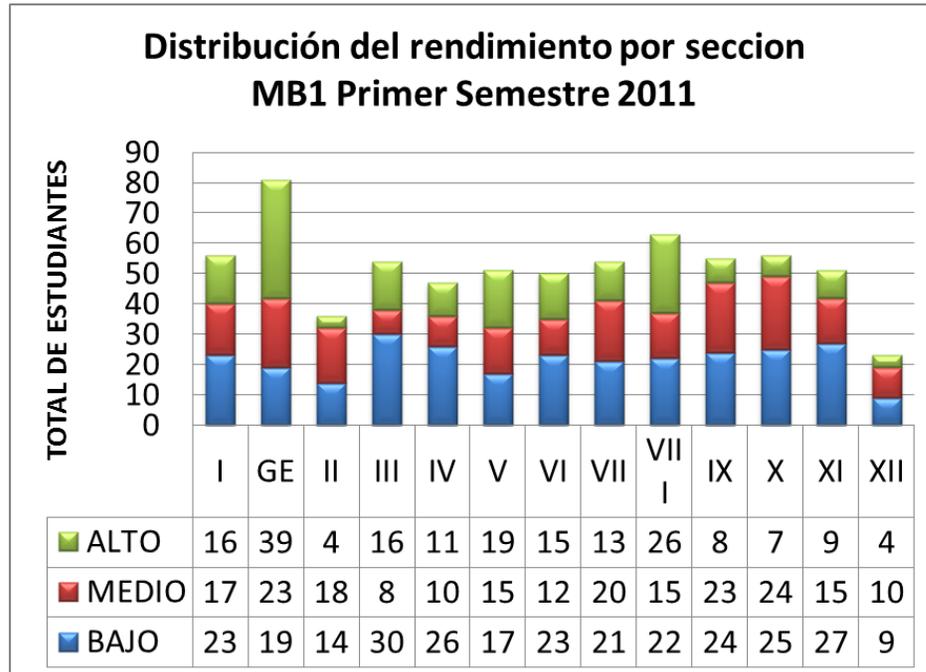
Para realizar el análisis, se categorizó el rendimiento de acuerdo a la nota de promoción en los cursos de Matemática Básica 1 y 2, de la siguiente forma:

1. Bajo (nota entre 36 y 60 puntos)
2. Medio (nota entre 61 y 69 puntos)
3. Alto (nota entre 70 y 100 puntos)

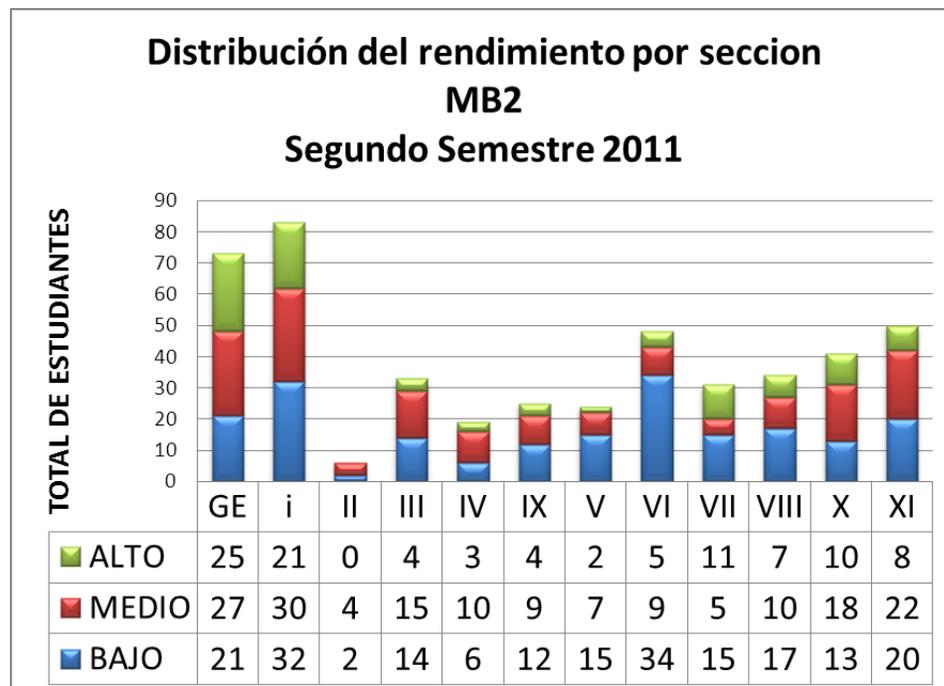
La sección denotada por **GE**, se refiere al grupo de estudiantes que participaron en el entorno virtual. En la gráfica 3, se muestran los resultados para el curso MB 1 y en la gráfica 4, se muestran los correspondientes a MB 2.

El rendimiento promedio en **GE** de MB 1 fue de 70.09 puntos, mientras que el promedio global de las 12 restantes secciones fue de 60.6 puntos. Para el caso de MB 2, el rendimiento promedio en **GE** fue de 65.01 puntos, mientras que el promedio global de las 11 restantes secciones, fue de 58.79 puntos.

En las pruebas para diferencia de medias, con un nivel de significación $\alpha = 0.05$, se rechazó la hipótesis de igualdad de medias, concluyendo en ambos casos que el rendimiento promedio en los grupos experimentales de ambas etapas, fue mayor que el rendimiento promedio global en el resto de la secciones analizadas.



Gráfica 3: Rendimiento académico en MB1, primer semestre de 2011.



Gráfica 4: Rendimiento académico en MB 2, segundo semestre de 2011.

➤ **Relación entre el rendimiento académico y la participación en el entorno virtual de enseñanza y aprendizaje de la matemática**

En el objetivo específico número dos, se propuso: Explicar la incidencia de la participación de los estudiantes de ingeniería en un ambiente virtual de aprendizaje de la matemática, en la mejora de su rendimiento académico en los cursos MB 1 y MB 2, impartidos durante el 2011. En coherencia con dicho objetivo se formuló la pregunta: ¿En qué medida incide la participación de los estudiantes de ingeniería en un ambiente virtual de aprendizaje de la matemática, en su rendimiento académico en los cursos MB 1 y MB 2?

. Para analizar la relación entre la participación en el entorno virtual de aprendizaje (EVEA) diseñado y el rendimiento en el curso Matemática Básica 1 durante el primer semestre de 2011, se categorizaron ambas variables de la siguiente forma:

- Rendimiento académico

Tal como se indicó en la sección anterior, la variable *rendimiento académico*, se operacionalizó de siguiente manera:

1. Bajo (nota entre 36 y 60 puntos)
2. Medio (nota entre 61 y 69 puntos)
3. Alto (nota entre 70 y 100 puntos)

- Participación en el EVEA

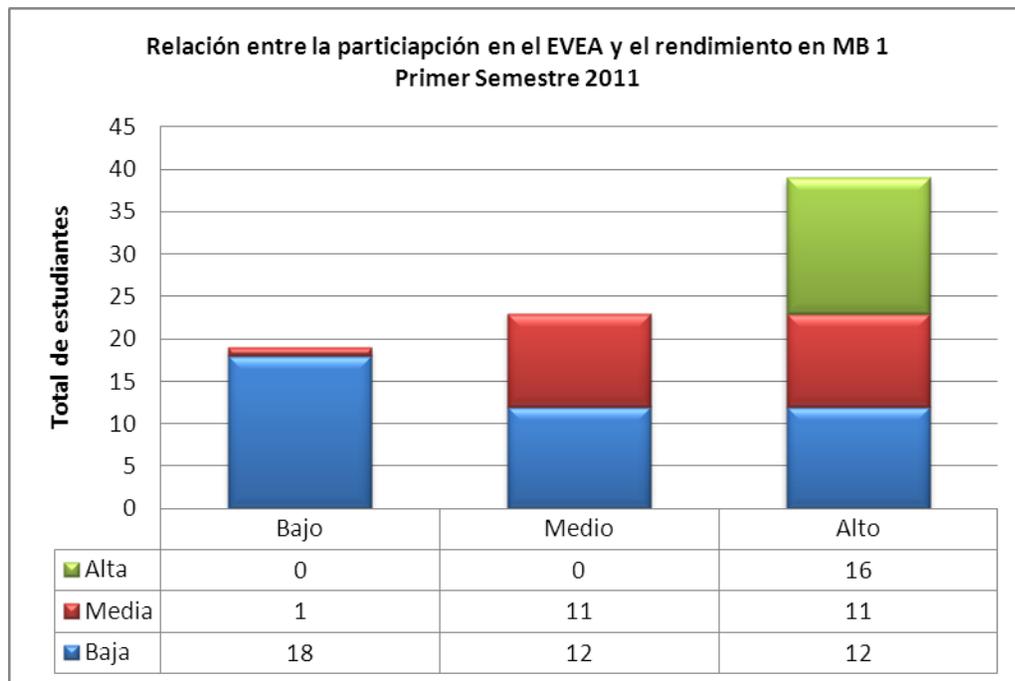
Esta variable se operacionalizó como sigue:

1. Baja (menor o igual que 15 horas mensuales, en promedio)
2. Medio (mayor que 15 y menor o igual que 30 horas mensuales, en promedio)
3. Alto (mayor que 30 horas mensuales, en promedio)

Para el análisis, se elaboraron tablas de contingencia para los dos cursos en estudio. En la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos para MB1, mientras que en la gráfica 5, se representan gráficamente dichos resultados.

Participación en EVEA	Rendimiento en el curso MB 1			Total
	Bajo	Medio	Alto	
Baja	18	12	12	42
Media	1	11	11	23
Alta	0	0	16	16
Total	19	23	39	81

Tabla 2: Análisis de contingencia para MB 1.



Gráfica 5: Relación entre participación en el EVEA y rendimiento académico en MB 1.

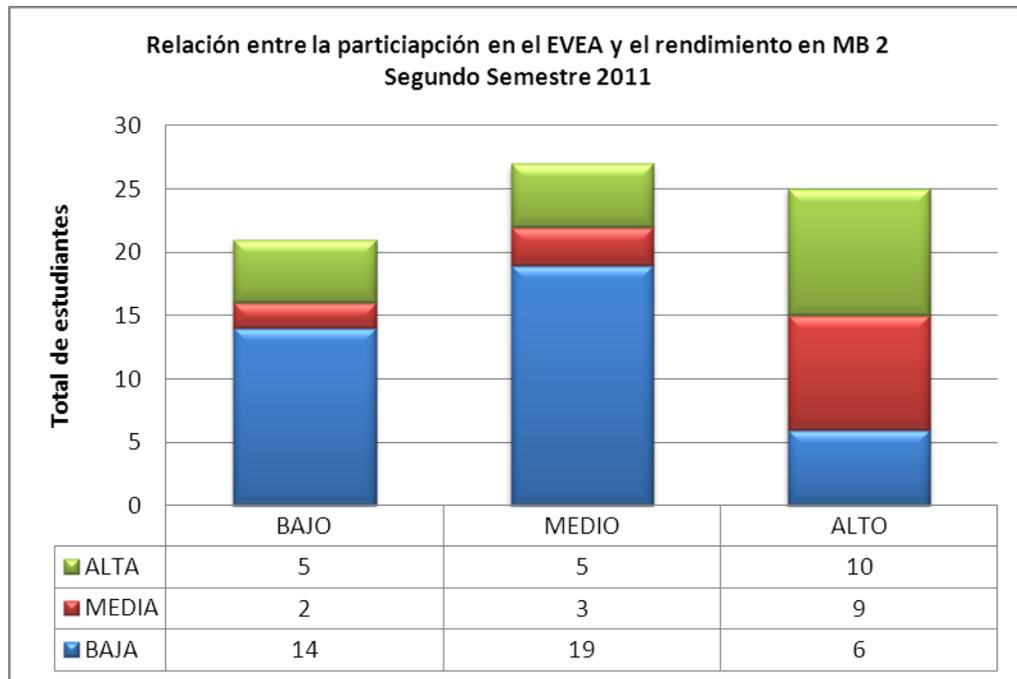
Para determinar si existe relación entre la participación de los estudiantes de MB 1 en un entorno virtual de aprendizaje y su rendimiento académico, de acuerdo a la categorización establecida, se realizó una prueba de independencia utilizando la distribución Chi-Cuadrado a un nivel de significación del 5%, con valor de prueba $\chi^2_{(5;16,4)} = 9.488$

Al obtener un valor calculado de Chi-cuadrado de: $\chi^2 = 33.953$, se rechaza la hipótesis de existencia de independencia entre las variables en estudio, con un coeficiente de contingencia de 0.543.

Los resultados obtenidos en un análisis análogo para el caso de los alumnos de MB 2, se muestran en la tabla 3 y en la gráfica 6.

Participación en EVEA	Rendimiento en el curso MB 2			Total
	ALTO	BAJO	MEDIO	
BAJA	6	14	19	39
MEDIA	9	2	3	14
ALTA	10	5	5	20
Total	25	21	27	73

Tabla 3: Análisis de contingencia para MB 2.



Gráfica 6: Relación entre participación en el EVEA y rendimiento académico en MB 2

Para determinar si existe relación entre la participación de los estudiantes de MB 2 en un entorno virtual de aprendizaje y su rendimiento académico, de acuerdo a la categorización establecida, se realizó una prueba de independencia utilizando la distribución Chi-Cuadrado a un nivel de significación del 5%, con valor de prueba $\chi^2_{(5;16,4)} = 9.488$

Al obtener un valor calculado de Chi-cuadrado de: $\chi^2_{(5;16,4)} = 9.488$, se rechaza la hipótesis de existencia de independencia entre las variables en estudio, con un coeficiente de contingencia de 0.493.

➤ **Identificación de los elementos didácticos más eficaces de un entorno virtual para el aprendizaje de la matemática**

En el tercer objetivo específico, el estudio se propuso: Describir los elementos didácticos más eficaces de un entorno virtual de aprendizaje de la matemática, para la mejora del rendimiento académico en los cursos MB 1 y MB 2. En coherencia con dicho objetivo, se formuló la interrogante: ¿Cuáles son los elementos didácticos más eficaces de un entorno virtual de aprendizaje de la matemática, para el mejoramiento del rendimiento académico en los cursos MB 1 y MB 2?

Para construir respuesta a la interrogante planteada y como principal estrategia para lograr el objetivo mencionado, se ensayó propuesta didáctica en entorno virtual que buscaba dar acompañamiento personalizado al proceso de aprendizaje, atendiendo diversos ritmos y estilos de aprender.

- **Descripción del sitio virtual**

Las primeras secciones habilitadas corresponden a los documentos de apoyo para el aprendizaje: programa y objetivos, guías para el estudio individual, ejercicios resueltos y propuestos, libros de texto adicionales, enlaces al canal del curso y a otros sitios de interés. El diseño general para dichos contenidos, ligado a la plataforma Dokeos, puede observarse en la figura 1.

La sección destinada a la interacción de los estudiantes incluye, información precisa de la calendarización de las actividades, foros, chats, grupos, buzón de tareas, entre otras. A la sección correspondiente a la administración, sólo tenían acceso los integrantes del equipo, para la gestión y seguimiento personalizado a los usuarios, mediante los informes generados por la plataforma. La estructura básica puede observarse en la figura 2.



Figura 1: Imagen de sección de contenidos del sitio del curso.



Figura 2: Imagen de las secciones de interacción y administración del sitio virtual.

- **Descripción del canal en YouTube**

Para hacer eficiente el espacio disponible en el sitio, se abrió un canal en YouTube, en el cual se incluyeron presentaciones, videos, clases cortas y enlaces. Durante el mes de marzo se mantuvo en calidad de prueba y se abrió a todos los usuarios interesados, en el mes de abril.

Datos generales

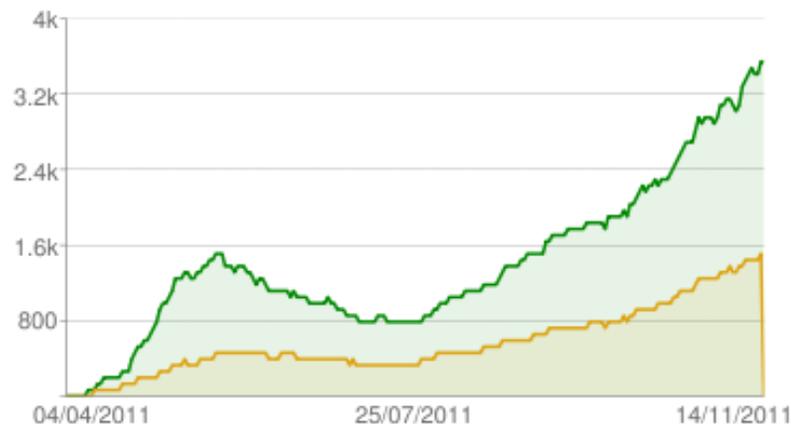
Dirección: <http://www.youtube.com/user/CanalMateBasica1B?feature=mhee>

Período de estudio: 04/04/2011 – 30/11/2011

Ubicación de la reproducción del canal: Todo el mundo

Reproducciones totales del canal: **15,831** veces (cualquier vídeo)

En la gráfica 7 se muestra la tendencia de *crecimiento promedio* (por período de 30 días) en la reproducción del canal. **Verde:** el *número total* de reproducciones realizadas. **Naranja:** Los *usuarios únicos* representan el número de usuarios que han realizado reproducciones.



Gráfica 7: Tendencia de crecimiento promedio en la reproducción del canal.

El 71% de las reproducciones se realizaron por búsquedas en YouTube y mediante enlaces relacionados con otros videos.

Países que han reproducido el canal (hasta el 30/11/2011)



Figura 3: Ubicación geográfica de usuarios del canal de YouTube.

El canal tiene más popularidad en Guatemala, México, Colombia y Perú, también en el informe de YouTube se reportan descargas en Chile, El Salvador, Venezuela, Paraguay, Argentina y República Dominicana.

Vídeo más visto: Identidades Trigonómicas 1

Dirección: <http://www.youtube.com/watch?v=mH5ZB7l6pV4>

Período de estudio: 13/04/2011 – 30/11/2011



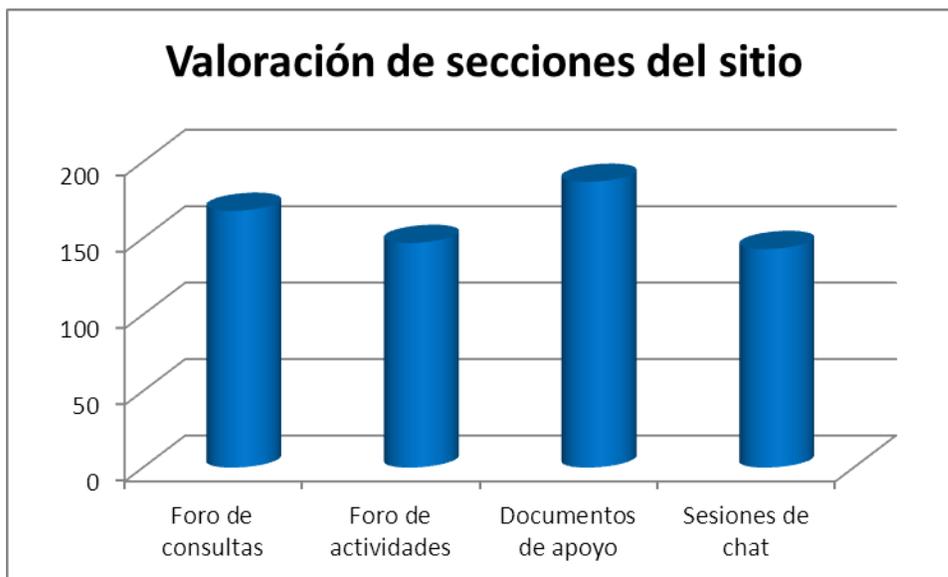
Figura 4: Imagen en YouTube de video más reproducido

A continuación se presenta la lista de *sitios web externos* que tienen enlace al vídeo Identidades Trigonómicas 1 y otros de los más vistos, en orden decreciente de reproducciones:

- saesap.ingenieria-usac.edu.gt (Campus virtual Guatemala)
- www.facebook.com
- www.google.com
- www.google.com.co (Colombia)
- www.google.com.mx (México)
- www.google.es (España)
- virtual.liceopaternina.edu.co (Campus virtual Colombia)
- moodle.com.co (Campus virtual Colombia)
- www.google.com.gt
- www.google.com.pe (Perú)
- www.google.com.br (Brasil)
- www.aprendiendoahora.com (Campus virtual Ecuador)
- uco.moodle.com.co (Campus virtual Colombia)
- upload.youtube.com
- www.google.com.bo
- www.videoscop.com (Sitio web para descargar vídeos)
- www.smprovidenciaintranet.com (Campus virtual Perú)
- www.google.com.do
- s-static.ak.facebook.com
- juansehuanes.wikispaces.com (Página wiki)
- www.google.cl

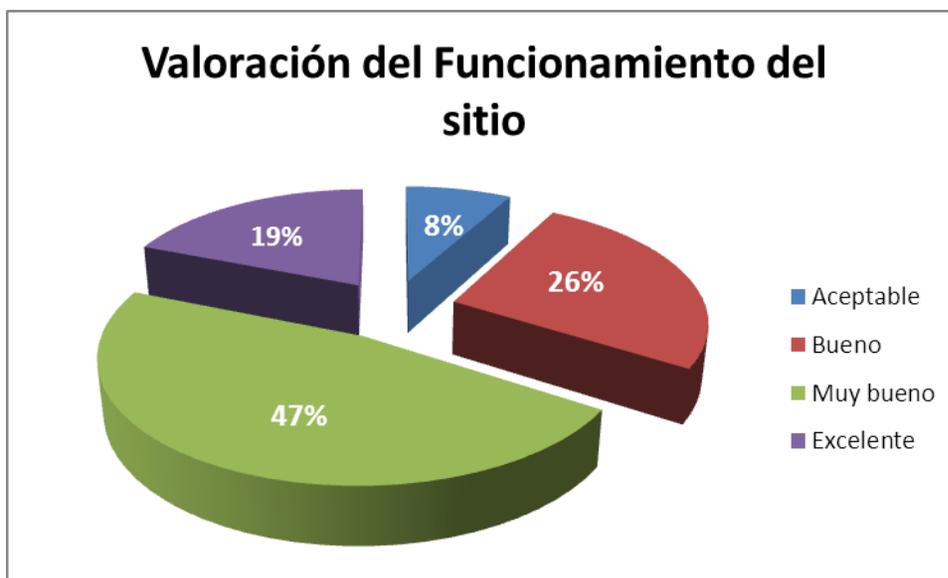
Valoración realizada por los usuarios

Mediante la aplicación de encuestas y entrevistas a estudiantes de ambas etapas, se exploró cuáles de las secciones del sitio eran consideradas por los estudiantes como más eficientes en la promoción del aprendizaje. Los resultados se presentan en la gráfica 8.



Gráfica 8: Valoración de las secciones del sitio por 190 estudiantes.

Para evaluar el funcionamiento del sitio, se aplicó encuesta electrónica a los estudiantes, con los siguientes resultados:



Gráfica 9: Evaluación del funcionamiento del sitio por 190 estudiantes.

La encuesta incluía la categoría *malo* como opción para el funcionamiento, pero la misma no se incluye en la gráfica, dado que no fue seleccionada por ningún estudiante.

Respecto a la evaluación de los materiales y recursos generados, los alumnos prefieren de manera evidente, los siguientes:

- Videos de clases cortas, hasta de 12 minutos, sobre temas en los que tienen dificultades.
- Videos y presentaciones motivacionales, que incorporen imágenes, sonido de voz o música de fondo, sin grandes cantidades de texto.
- Enlaces a diversos sitios e hipervínculos textuales que les permitan ampliar algunos aspectos de los documentos escritos.
- Materiales divertidos, que incluyan anécdotas, fragmentos de historia, conexiones a sus áreas de interés.
- Software dinámico, como GeoGebra, que les deje interactuar modificando, seleccionando el orden de ejecución, creando.
- Espacios de interacción social como foros y chat, grupos y redes de comunicación.
- En la cercanía de los exámenes, buscan especialmente ejercicios resueltos y evaluaciones en línea preparatorias.

8. Discusión de Resultados

En esta sección se discuten los resultados descritos con anterioridad, adoptando el mismo orden, con fines de claridad expositiva.

➤ **Disponibilidad de recursos y hábitos de navegación en Internet de los estudiantes**

Como punto de partida para la implementación de un entorno virtual debe aplicarse el criterio de inclusión total, por lo cual es necesario verificar que los alumnos posean una computadora y tengan acceso continuo a Internet; en el presente caso, a los escasos alumnos que no poseían estos recursos se les garantizó el acceso a equipo e Internet en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería, inclusive los fines de semana.

Aunque la mayoría de estudiantes utiliza en sus máquinas, Windows como sistema operativo, se tuvo especial cuidado en que los recursos multimedia fueran adaptables a Linux y Mac OS, para lo cual se utilizaron los siguientes recursos:

- *TexLive 2010* distribución multiplataforma (Windows, GNU/Linux, Mac OS X, otros) para elaborar todo tipo de documentos, provee las herramientas TeX, AMSTeX, LaTeX, pdfTeX, pdfLaTeX y otros. Este conjunto de aplicaciones es de amplio uso en los sectores científicos a nivel internacional. Es software libre y se distribuye según las condiciones de la LaTeX Project Public License (disponible en <http://latex-project.org/lppl.html>).
- *TexMaker* es un editor libre de código abierto, multiplataforma, para facilitar la elaboración de documentos LaTeX, MetaPost, BibTeX, MakeIndex y otros.

Los estudiantes de ingeniería son aficionados a navegar en Internet, en general en horario de tarde y noche, particularmente los fines de semana; en tal sentido, las sesiones sincrónicas como sesiones de chat y foro de consultas, deben programarse en varias franjas, que incluyan lo más que sea posible, los horarios en que acostumbra conectarse los alumnos. En el presente estudio, se programaron de lunes a viernes de 17:00 a 19:00 horas y de 21:00 a 22:00 horas; mientras que sábado se programaron de 10:00 a 11:00 y domingo de 20:00 a 21:00 horas, en consenso con la comunidad de alumnos y el equipo de investigación.

➤ **Características de los alumnos de ingeniería al participar en un entorno virtual de enseñanza y aprendizaje de la matemática**

De los estudiantes participantes en ambas etapas, sólo una alumna manifestó que no le gustaba usar Internet, a quien se dio un acompañamiento personalizado. Esto indica que el grupo en estudio pertenece a los “nativos cibernéticos”, es decir, nacieron y crecieron en pleno auge del uso de la tecnología; por lo tanto, todos tienen destrezas técnicas desarrolladas de un medio a un alto grado, mostrando además, una gran facilidad de aprender el manejo de programas, aparatos y motores de búsqueda. Estas características permitieron su inmediata adaptación a la estructura del sitio diseñado, superando en muchas ocasiones lo requerido, por ejemplo, la inserción de imágenes y tablas en los foros.

Los estudiantes de ingeniería tienen gran experiencia y predilección por participar en redes sociales como Facebook y Twitter, publicando sin preocupación los asuntos de su interés pues no se sienten sujetos a evaluación; sin embargo, al publicar sus participaciones en foros y sesiones de chat acerca de temas matemáticos, mostraron evidencias de inseguridad, derivada del conocimiento de que el equipo de tutores y sus compañeros de clase (a quienes desconocían), leerían y evaluarían de alguna manera, sus participaciones.

En la etapa preparatoria se consideró importante establecer una analogía con la experiencia previa, por ejemplo, abrir un foro de prueba en el cual se tratara un tema extra matemático. En este caso se utilizó una consigna convocante dada por: *Le invitamos a compartir con el grupo las razones por las cuáles decidió estudiar ingeniería*, de tal forma que al no haber respuestas correctas o incorrectas, los alumnos entraran en confianza, se conocieran un poco y se familiarizaran con el uso de la herramienta. Luego se avanzó invitándolos a expresar su opinión acerca de la utilidad de la matemática en las diferentes ramas de la ingeniería; para derivar en la propuesta de una actividad matemática cuya solución requería de ingenio más que de conocimientos.

El interés generado por la actividad y el seguimiento dado en las sesiones presenciales, hizo que las participaciones se incrementaran, de tal manera que poco a poco empezaron a demandar otros retos. El escaso tiempo disponible

necesitan usar **símbolos** y realizar **sustitución de variables**, que representan con **letras**. Lo anterior se interpreta como la clara concepción del algoritmo de resolución de ecuaciones y a la vez, permite detectar que hay confusión entre el término *variable* (asociado con funciones) y el de *incógnita* (que debe asociarse a ecuaciones), lo cual permitió retroalimentar el aprendizaje.

Los alumnos participantes no tenían experiencia previa en cursos en línea, en general utilizan Internet como medio de comunicación social y para buscar información de su interés, en particular, música, videojuegos o documentos de apoyo para algunos cursos. Al involucrarse poco a poco en su proceso de aprendizaje, muchos de ellos empezaron a utilizar la herramienta descrita para autoevaluar sus producciones escritas, compararlas entre ellos y efectuar autocorrecciones.

➤ **Relaciones generadas en el entorno virtual de enseñanza y aprendizaje de la matemática**

Algunas creencias muy generalizadas acerca de la educación virtual, son por ejemplo: que la figura del docente o tutor pasa a ser irrelevante, que todo lo que necesitan los alumnos para aprender es acceso a Internet, o bien, que el aprendizaje virtual es individual y en solitario. Como parte del estudio se construyó y analizó la red de relaciones que se genera si el profesor deja a los alumnos interactuar con los medios sin mayor orientación, así como la manera en que dichas relaciones cambian, si el profesor ejerce la acción formativa y orientadora que le corresponde.

A partir del análisis realizado, el equipo investigador concluyó que dada la gran cantidad de información disponible en Internet, así como la existencia de sitios cuya información no tiene la calidad académica requerida para la formación matemática universitaria, es esencial que el profesor dirija y guíe el uso de los diversos recursos disponibles en la red, hacia aquellos que a su juicio, puedan hacer aportes complementarios. Lo anterior implica que los tutores virtuales deben poseer habilidades desarrolladas para búsquedas avanzadas en Internet, uso de recursos disponibles en la web y apertura para evaluar la calidad de los hallazgos de los alumnos. En síntesis, además de conocimientos matemáticos y uso de recursos tecnológicos, el equipo de tutores debe evaluar la pertinencia de los recursos que se incorporen, en función de los objetivos propuestos, los contenidos en estudio y la propuesta metodológica que se implementa.

➤ **Rendimiento académico en matemática**

En ambas etapas del estudio, los cursos MB 1 y MB2 se desarrollaron con coincidencia de textos oficiales, contenidos programáticos, tareas, evaluaciones parciales y finales (los cuales fueron presenciales), fechas de inicio y finalización, así como distribución de punteos de zona y examen final.

En la primera etapa de la investigación (primer semestre de 2011) participaron alumnos de Ingeniería Química, Ingeniería Ambiental, Licenciatura en Matemática Aplicada y Licenciatura en Física Aplicada, asignados por las instancias administrativas de la Facultad de Ingeniería, considerándose de particular importancia que este grupo experimental de estudiantes de primer ingreso en 2011, mostrara el predominio de un rendimiento alto – medio, con escasa manifestación de rendimiento bajo, lo cual tal como se muestra en la gráfica 3 y como resultado de las pruebas de hipótesis realizadas, es evidentemente mejor que en las 12 secciones restantes del mismo curso.

La importancia de dicho resultado, se relaciona en primer instancia con el hecho de que el promedio del grupo (70.09 puntos), supera en 10 puntos porcentuales el promedio global en las secciones restantes, así como al promedio particular en cada una ellas, en un amplio margen. Por otra parte, referente a la parte humana y las repercusiones sociales que tiene en los jóvenes el rendimiento académico, en estudios anteriores se determinó que en los alumnos que reprueban el curso de matemática se genera un gran obstáculo para la aprobación posterior del mismo, derivado de la desmotivación que provoca el fracaso; dicha desmotivación ocasiona en muchos casos, el abandono temprano de la carrera o bien, el retraso en el avance de la misma. En tal sentido, desarrollar capacidades de aprendizaje autónomo de la matemática, tiene un efecto benéfico para el éxito académico en los semestres posteriores y en consecuencia, para el desarrollo personal y profesional de los estudiantes.

En la segunda etapa del estudio (segundo semestre de 2011), participaron estudiantes que se asignaban por primera vez el curso MB 2, representado a las carreras de Ingeniería: Química, Ambiental, Civil, Industrial, Mecánica, Ciencias y Sistemas, Electrónica; además, de Licenciatura en Matemática Aplicada y Licenciatura en Física Aplicada, quienes se asignaron de manera voluntaria en la sección donde se realizó la investigación.

El 73% de los estudiantes obtuvo un rendimiento que se cataloga como alto-medio, con un 27% de rendimiento bajo, el cual supera a las once secciones restantes de manera global; asimismo, supera a la sección I, en el cual el 61% del grupo obtuvo un rendimiento predominante medio-alto, con un rendimiento bajo del 39%, lo cual puede deducirse de la gráfica 4. El promedio de rendimiento en el grupo en estudio fue de 65.01 puntos, superando el promedio global de las secciones restantes (58.79 puntos), entre los cuales existen diferencias estadísticamente significativas, que permiten afirmar que en el GE el rendimiento académico fue mejor que en el resto de la subpoblación en estudio.

➤ **Relación entre el rendimiento académico en matemática y la participación en el ambiente virtual**

Para el caso de los estudiantes de Matemática Básica 1, los resultados obtenidos del análisis de contingencia muestran evidencia acerca de la existencia de una

relación de dependencia del rendimiento académico grupal, con respecto a la participación en el entorno virtual diseñado para el curso. De manera análoga, los resultados obtenidos para el análisis de contingencia para el caso de los alumnos de MB 2, aportan evidencia acerca de la relación de dependencia entre el rendimiento académico y la participación en el entorno virtual.

Adicionalmente al análisis cuantitativo, se determinó el desarrollo de competencias para la expresión escrita, el compromiso individual por aprender y disposición para el trabajo en equipo.

➤ **Identificación de los elementos didácticos más eficaces de un entorno virtual para el aprendizaje de la matemática**

La estructura del diseño del sitio virtual implementado para los dos cursos en estudio, se adecúa a las herramientas proporcionadas por la plataforma Dokeos, en la cual se tenía disponible un espacio de 1 GB. Los alumnos usuarios mostraron una rápida adaptación a la estructura y facilidad en el manejo de las diferentes herramientas.

El espacio disponible se utilizó fundamentalmente para la inclusión de información general del curso, programación de actividad, publicación de noticias, documentos de apoyo para el aprendizaje, así como espacio para foros sesiones de chat y enlaces a sitios externos de interés. De acuerdo con los resultados mostrados en la gráfica 8, los estudiantes de ambas etapas coinciden en valorar por sus aportes formativos las secciones correspondientes a: documentos de apoyo, foro de consultas, foros de actividades y sesiones de chat.

Los resultados de la valoración del funcionamiento global del sitio, mostrados en la gráfica 9, indican que para el 73% de los estudiantes usuarios, dicho funcionamiento fue de muy bueno a excelente, para el 19% fue bueno, mientras que sólo para el 8% fue aceptable. Dichos resultados permiten inferir, que la estructura y contenido del sitio diseñado como apoyo para el aprendizaje presencial de la matemática, satisfizo en buena medida las expectativas y requerimientos de los alumnos.

El equipo de investigación considera importante reportar que para el caso específico de un sitio virtual para el aprendizaje de la matemática, es importante contar con herramientas internas para la edición de ecuaciones y la representación del comportamiento gráfico de funciones. En el presente estudio, debido a que la plataforma Dokeos carece de dichas herramientas, se hizo necesario utilizarlas desde un sitio externo gratuito y de fácil manejo (<http://www.codecoqs.com/latex/eqneditor.php?lang=es-es>), para luego importarlas como imágenes, lo cual requería salir del sitio del curso y retornar para realizar el pegado.

Referente al canal habilitado en YouTube, se considera un aporte muy importante para optimizar el espacio disponible, así como para aprovechar los recursos disponibles en Internet y proyectar el uso de recursos educativos a un conglomerado social mucho más amplio.

Dado que a partir de la apertura del canal en abril de 2011, de acuerdo con reportes de YouTube, hasta el 30 de noviembre de 2011 se han generado 15,831 reproducciones de los materiales puestos a disposición no sólo de los alumnos de los cursos en estudio, sino del gran público, se considera que además de apoyar a los estudiantes de la Facultad de Ingeniería, se presta un servicio educativo a un conglomerado estudiantil en evidente expansión, tal lo muestra la gráfica 7.

Además, en la figura 3 se visualiza que las reproducciones de los materiales trascienden las fronteras de Guatemala, con lo cual de manera inmediata los productos educativos de la investigación se divulgan a otros países entre los que destacan México, Colombia y Perú.

El canal habilitado, ha sido encontrado en la red mediante búsquedas en YouTube relacionadas con el tema; lo cual permite afirmar que al momento de cargar un vídeo en un canal disponible en Internet, lo más importante es la especificación adecuada de las palabras clave que etiquetan el contenido (*tags*), para facilitar la ubicación cuando los usuarios realizan una búsqueda.

Los videos de clases cortas son altamente eficientes para el aprendizaje de temas específicos, como lo muestra la identificación de los videos más reproducidos, así como el enlace realizado por usuarios externos a 20 sitios. Entre dichos sitios de Internet, como es lógico, el principal usuario es el campus virtual de ingeniería, seguido de Facebook como red social de amplia aceptación, Google como buscador preferido en países como Guatemala, Colombia, México, Perú, Brasil, Chile, República Dominicana y Bolivia. Además, YouTube, reporta enlaces de los videos a páginas webs y blogs educativos institucionales y personales, en Ecuador y Colombia.

Al respecto de los videos de clases cortas, su utilidad es notoria para los estudiantes de primer ingreso al nivel superior y sin experiencia previa en cursos en línea, que requieren del contacto visual con el profesor o profesora, como elemento para crear un clima de cercanía personal. A medida que se desarrolla la autonomía cognitiva, resultan de gran apoyo los videos motivacionales y las presentaciones interactivas.

Los profesores interesados en generar recursos para aprendizaje, deben explorar los intereses y características de sus estudiantes, como punto de partida para su diseño. En dicho proceso, deberán alejarse paulatinamente de las presentaciones de Power Point, tradicionalmente cargadas de texto. Los estudiantes participantes en la evaluación, mostraron particular interés por la

inclusión de imágenes y sonido, así como preguntas para reflexión o investigación, que sin alejarse de los contenidos programáticos incluyan un toque anecdótico y divertido. Para ello, es necesario utilizar una gran diversidad de herramientas tecnológicas, muchas de ellas de disponibilidad libre en Internet, tales como *OpenShot Video Editor*, el cual es un programa para crear, modificar o editar archivos de vídeo, que tiene una interfaz semejante a otros editores de vídeo, como el *Windows Movie Maker* o el de *Nero*, puede trabajar con imágenes, archivos de vídeo y audio, para combinarlos en uno solo. Los vídeos resultantes fueron de mayor calidad que los elaborados con los paquetes de código cerrado. Además, el OpenShot tiene la opción de publicación en el portal de YouTube, lo cual permitió su inclusión en el canal creado para el estudio; su uso para generación de video sobre ecuaciones (disponible en http://www.youtube.com/watch?v=MH9bVlId25E&list=UU7fPH0q0E6js3iEbGqf_WQA&feature=plcp), se ilustra en la figura 6.

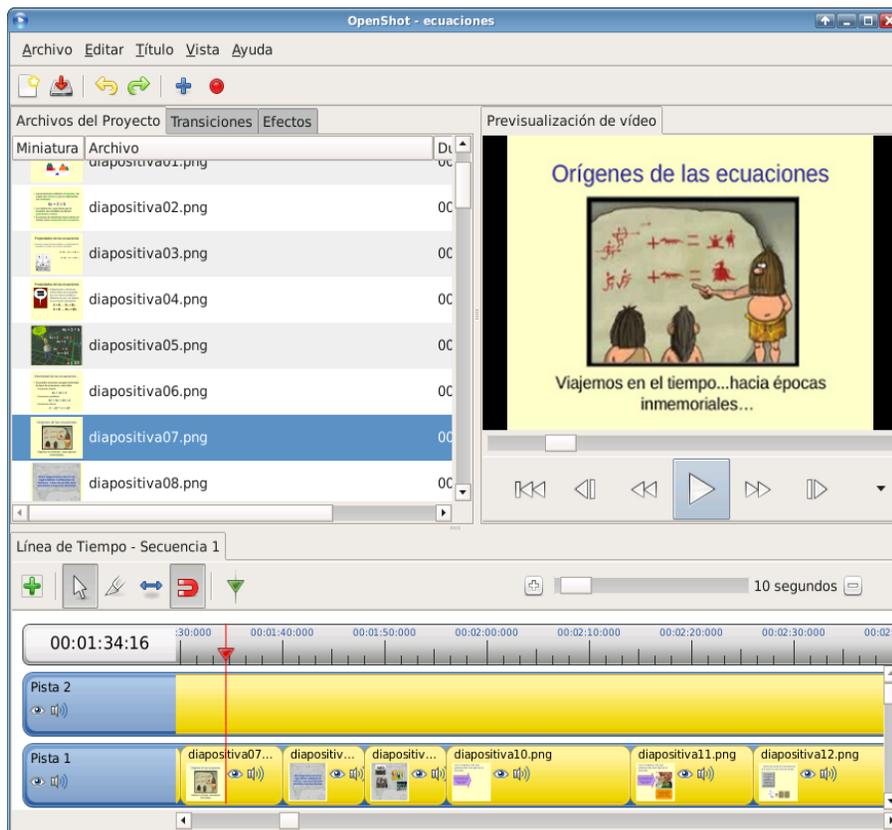


Figura 6: Imagen de uso de Open Shot para generar video de ecuaciones.

➤ Contraste de hipótesis de investigación

La primera hipótesis planteada fue:

- **H₁**: La participación en ambientes virtuales de aprendizaje de la matemática fortalece y amplía el desarrollo de competencias cognitivas, actitudinales y de desempeño, que se fomentan en la interacción presencial.

Mediante la participación en el entorno virtual de enseñanza y aprendizaje de la matemática, los alumnos desarrollaron estrategias para aprender de manera autónoma, actitudes de responsabilidad, respeto, confianza, alegría, compromiso y solidaridad, las cuales se hicieron extensivas en la interacción presencial en los salones de clase. Por lo cual, se acepta la primera hipótesis.

En la segunda hipótesis del estudio se planteó:

- **H₂:** La participación en entornos virtuales de aprendizaje contribuye a la mejora del rendimiento académico en los cursos de matemática.

En el análisis del rendimiento académico obtenido por los grupos de alumnos de MB1 y MB 2, se hizo evidente que ambos casos, el rendimiento académico en los grupos experimentales fue mejor que en las restantes secciones; además, mediante el análisis de contingencia realizado, se evidenció la relación de dependencia entre el rendimiento académico en matemática y la participación en el entorno virtual. En consecuencia, se acepta la segunda hipótesis planteada.

Para la tercera hipótesis se formuló:

- **H₃:** Los elementos didácticos más eficaces de un entorno virtual para el aprendizaje de la matemática, son los que combinan el aprendizaje autónomo con el trabajo colaborativo, atendiendo diversos ritmos y estilos de aprendizaje.

Entre los elementos valorados por los alumnos, como más eficientes en la promoción del aprendizaje, se encuentran las guías de estudio individual y documentos de apoyo, videos de clases cortas y presentaciones motivacionales, los cuales se diseñaron para atender diversos ritmos y estilos de aprender. Además, valoran los foros de consultas, foros grupales de discusión y sesiones de chat, los cuales se orientaron al fomento del aprendizaje colaborativo. Con base en lo anterior, se acepta la tercera hipótesis.

En la cuarta y última hipótesis se enunció:

- **H₄:** Respecto a las diferencias en cuanto los comportamientos actitudinales y de desempeño relacionadas con el género de los estudiantes, se espera generar hipótesis inductiva.

El grupo de mujeres mostró un índice mayor de iniciativa para participar en las interacciones grupales mejor cumplimiento de los plazos establecidos en la agenda de actividades, así como ser más acuciosas en los detalles, que el grupo de los hombres. En cuanto a la calidad de las participaciones escritas y el rendimiento académico, no se observaron diferencias significativas por género.

9. Conclusiones

Como evidencia del logro del primer objetivo específico propuesto, se enuncian las siguientes conclusiones:

- a) Al inicio del estudio, se verificó mediante encuesta aplicada, que los estudiantes participantes cuentan con los recursos necesarios y habilidades desarrolladas en el uso de los recursos tecnológicos, requeridos para participar en el sitio virtual diseñado.
- b) Los estudiantes participantes tienen un hábito fuerte de utilización de Internet, para descarga de videos, música e información de su interés, pero no lo utilizan con fines de aprendizaje de la matemática y además, carecen de experiencia previa participando en cursos en línea.
- c) Las actitudes iniciales de inseguridad, timidez y temor de participar en las secciones de interacción, se asocian con la inexperiencia previa en educación virtual; dichas actitudes se transformaron en seguridad, confianza, alegría y solidaridad, al experimentar los aportes benéficos de los aprendizajes colaborativos generados virtualmente y fortalecidos en la presencialidad.
- d) Las transformaciones en la calidad del desempeño de los estudiantes participantes, se hicieron evidentes en las producciones escritas, en cuanto al lenguaje utilizado, el cumplimiento de plazos, la coherencia de las argumentaciones y los aportes novedosos que realizaron los estudiantes, tanto en forma individual como grupal.

Para evidenciar el alcance del segundo objetivo específico, se formulan las siguientes conclusiones:

- e) El análisis estadístico realizado, aporta suficiente evidencia para afirmar que el rendimiento académico promedio de los grupos de alumnos con los que se ensayó la metodología participativa en un entorno virtual para complementar la formación presencial, fue mejor que en las secciones en las cuales la metodología de enseñanza fue únicamente presencial.
- f) Existe evidencia estadística que permite afirmar que el rendimiento académico en los grupos experimentales, depende de la participación de los alumnos en el entorno virtual de aprendizaje puesto a su disposición.

Con relación al tercer objetivo específico, se concluye:

- g) El funcionamiento del sitio virtual implementado, tiene una valoración predominante de muy bueno a excelente, lo cual permite afirmar que su diseño, contenido y accesibilidad, satisficieron las expectativas, intereses y necesidades de los estudiantes usuarios.
- h) Los elementos más eficaces del entorno virtual con relación a la promoción del aprendizaje son los documentos de apoyo para el estudio individual, los foros y sesiones de chat, así como la continua devolución personalizada de orientaciones para la mejora.
- i) Los recursos multimedia generados y puestos a disposición en el Canal de YouTube, que los estudiantes más valoraron para su aprendizaje son: videos de clases cortas, videos motivacionales y presentaciones

interactivas.

De manera global, respecto al alcance del objetivo general del estudio se enuncian las siguientes conclusiones:

- j) El ensayo de sitios virtuales como apoyo y complemento de la formación matemática presencial en carreras de ingeniería, debe promoverse a partir de las características de los grupos estudiantiles meta, privilegiando la utilización de recursos generados específicamente para los cursos en estudio u otros cuyo valor formativo sea previamente evaluado.
- k) La educación matemática en entornos virtuales para estudiantes de ingeniería, genera una red de interacciones, cuya eficiencia formativa depende del rol asumido por el profesor o tutor, en la guía, orientación y acompañamiento de los procesos individuales y grupales de aprendizaje, mediados por el uso de tecnología.
- l) La implementación de entornos virtuales para el aprendizaje de la matemática requiere de un equipo de profesionales, que establezcan estrechos vínculos de relación entre la investigación y la docencia virtual. Para ello se requiere de una actitud docente de aprendizaje continuo del uso de recursos tecnológicos novedosos que se encuentran disponibles en la red.

10. Recomendaciones

- a) Los proyectos de educación virtual mediados por el uso de recursos tecnológicos, deben contar con el soporte administrativo que garantice la disponibilidad permanente de los servidores, equipo de filmación y sonido de alta fidelidad, así como de personal especializado en la edición de videos, diagramación de textos educativos y administración de plataformas educativas.
- b) Los recursos y materiales que se utilicen en cursos virtuales, deben ser previamente validados por un grupo representativo de los potenciales usuarios, en cuanto a su valor formativo.
- c) Es necesario que los profesores interesados en la educación virtual, reciban formación especializada previa al inicio del pilotaje de cursos en línea, para evitar la improvisación y garantizar la calidad y pertinencia de la acción docente mediada por la tecnología, la cual debe centrarse en los aspectos pedagógicos que sustentan la propuesta didáctica.
- d) Los entornos virtuales para el aprendizaje de la matemática, requieren por el carácter especial de la disciplina, que la plataforma cuente con herramientas para la edición en línea de ecuaciones y representación gráfica de funciones; en cuya carencia es necesario incorporar.
- e) El diseño de un sistema de rúbricas evaluativas para las diversas actividades en un entorno virtual de aprendizaje de la matemática, debe constituir el fundamento de una propuesta para dar legitimidad a la evaluación virtual de los aprendizajes, alternativa a los exámenes tradicionales que se realizan de manera presencial.

11. Bibliografía

1. Bautista, G. & col. (2006). *Didáctica Universitaria en entornos virtuales*, España, Narcea, S.A. de Ediciones.
2. Castillo, M. & col. (2007). Propuesta socioparticipativa para el aprendizaje de la matemática como una alternativa a la enseñanza tradicional. *Resúmenes de investigaciones DIGI 2008*, pp. 101-106.
3. Cebrián, M. (2007). *Enseñanza virtual para la enseñanza universitaria*, España, Narcea, S.A. de Ediciones.
4. Chang, M. & Bautista, L. (2011). El lenguaje cotidiano de los alumnos universitarios. *Memorias de II Congreso Internacional de Investigación Educativa 2011 en la Universidad de Costa Rica*, pp. 1-10. Consultado en Internet el día 18 de febrero de 2011 de: <http://congreso.inie.ucr.ac.cr/memoria/documentos/5/Lenguaje%20cotidiano-M%20Mayley%20y%20L%20Bautista.pdf>.
5. Dal Bianco, N. & col. (2007). Experiencia de aprendizaje en entornos virtuales, pp. 1-6. Consultado el 8 de junio de 2010 en: <http://www.cidse.itcr.ac.cr/ciemac/5toCIEMAC/Ponencias/>
6. Gewerc, A. (2005). El uso de weblogs en la docencia universitaria. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 4 (1), pp. 9-23 Consultado el 25 de mayo de 2010 en: http://www.unex.es/didactica/RELATEC/sumario_4_1.htm.
7. Litwin, E. (2005). La tecnología educativa en el debate didáctico contemporáneo. En *Tecnologías educativas en tiempos de Internet*, España, Amorrortu editores.
8. Sancho, T. & Masiá, R. (2006). Un entorno virtual para el aprendizaje de la matemática en estudios de ingeniería. *Desarrollos actuales en educación asistida por tecnología*, pp. 2070-2074. Consultado el 20 de abril de 2010 en: <http://www.formatex.org/micte2006/pdf/2070-2074>.

12. Anexo

a) Reporte fotográfico



Trabajo individual en la modalidad presencial



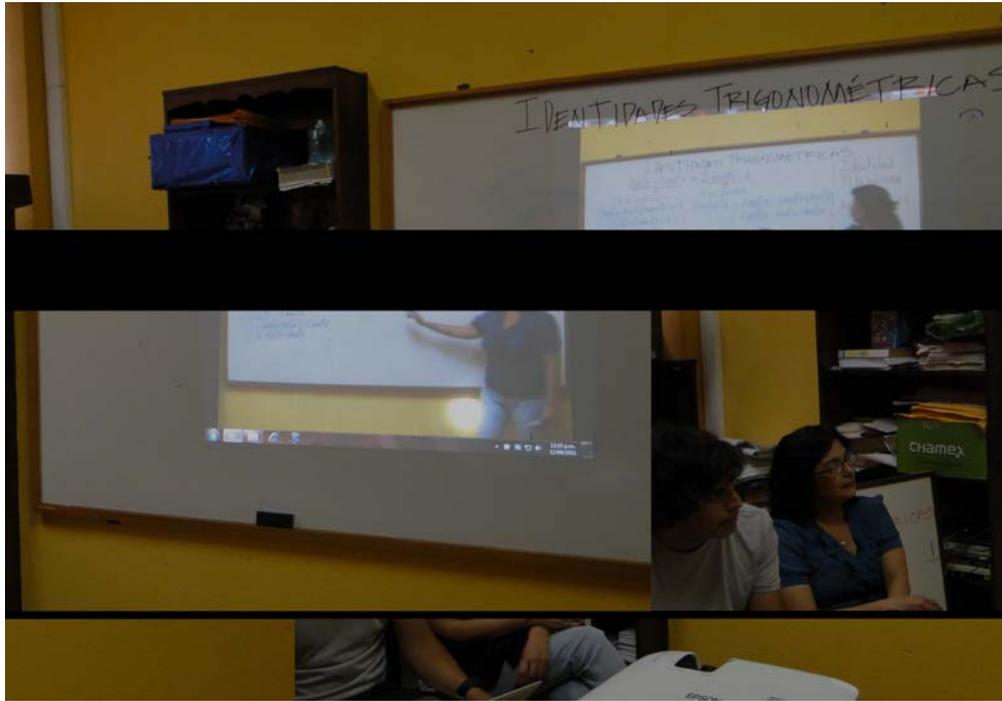
Puesta en común en equipo, del trabajo individual



Evaluación final de MB 1. Primer semestre de 2011



Evaluación final de MB 2. Segundo semestre de 2011



Edición de videos de micro clases

b) Instrumentos de recolección de información
Encuesta Inicial

Pregunta 1

¿Tiene computadora en su casa?

1. Si 2. No

Respuesta única. Se busca explorar si los estudiantes cuentan con el equipo básico para aprovechar los materiales que les serán brindados.

Pregunta 2

¿Qué sistema operativo tiene instalado la computadora que utiliza?

1. Windows
2. Linux
3. Mac OS

Respuesta única. Se busca determinar el o los formatos en que los estudiantes pueden acceder a los documentos de apoyo, por lo cual se considera importante conocer el sistema operativo con que trabajan.

Pregunta 3

¿Tiene acceso a Internet?

1. Si 2. No

Respuesta única. Para un aprovechamiento pleno del curso virtual es imprescindible que el estudiante cuente con acceso a internet.

Pregunta 4

Si tiene acceso a Internet, ¿en dónde?

- a. Casa
b. Trabajo
c. Café internet
d. Universidad
e. Otro

Respuesta múltiple. Es necesario conocer, en la medida de lo posible, las condiciones en que el alumno estudiará los materiales virtuales. El lugar donde estudie puede influir en la asimilación de los contenidos.

Pregunta 5

¿Cuántas horas diarias dedica al uso de Internet?

- a. Menos de 30 minutos.
- b. entre 30 min y 1 hora.
- c. entre 1 hora y 2 horas.
- d. entre 2 y 3 horas.
- e. más de 3 horas.

Respuesta única. El tiempo que dedique el estudiante al uso de internet puede ser un indicador de su habilidad para utilizarlo. Y esta habilidad puede influir en la fluidez del uso de las herramientas tecnológicas.

Pregunta 6

¿En qué horario suele utilizar Internet?

- a. Por la mañana
- b. Por la tarde
- c. Por la noche

Respuesta múltiple. Es necesario conocer, en la medida de lo posible, las condiciones en que los alumnos estudiarán los materiales virtuales. La hora del día en la que estudien puede influir en la asimilación de los contenidos.

Pregunta 7

¿En qué días hace uso de Internet?

- a. Lunes
- b. Martes
- c. Miércoles
- d. Jueves
- e. Viernes
- f. Fines de semana

Respuesta múltiple. Si se conoce la frecuencia semanal con la que los estudiantes usan Internet, es posible planificar en qué momento se les proporciona el material y se entabla la comunicación, para hacerla más efectiva.

Pregunta 8

¿Qué tipo de actividad realiza al usar internet? (puede seleccionar más de una)

- a. Uso de redes sociales (facebook, myspace, hi5, Skype, Messenger, Twitter)
- b. Chatear

- c. Revisar correo electrónico
- d. Descargar material (música, videos, imágenes, otros)
- e. Buscar material de estudio

Respuesta múltiple. Es imprescindible conocer los hábitos de los estudiantes al usar Internet. Dichos hábitos pueden dar una idea de cuál será el comportamiento del alumno (respecto al tutor y a sus compañeros) en el entorno virtual.

Pregunta 9

¿Ha utilizado Internet como parte de su aprendizaje? (Por ejemplo: Foros, videoconferencias, acceso a documentos, envío de tareas por correo electrónico, otros.) Describa brevemente curso y actividad.

Pregunta abierta. Es importante conocer si el alumno cuenta con alguna experiencia en el uso de aulas virtuales. Si el estudiante hace uso por primera vez de herramientas virtuales, esto puede influir en el ritmo que avance el aprendizaje.

Pregunta 10

¿Considera que los entornos virtuales pueden serle útiles para ayudarle a aprender Matemática? Explique brevemente.

Pregunta abierta. La actitud que tiene un individuo hacia una metodología de aprendizaje puede influir en el aprovechamiento de esta herramienta. Una actitud no positiva podría provocar pobres resultados.

Encuesta final

La presente encuesta tiene como objetivo evaluar el aula virtual del curso por lo que le agradeceremos responderla con toda honestidad.

1. ¿Cuántas veces a la semana visita el aula virtual del curso?
 - ninguna
 - 1 vez
 - 2 veces
 - 3 veces o más

2. ¿Qué tipo de actividad realiza en el aula virtual? (puede escoger más de uno)
 - participación en el foro de consultas
 - participación en el foro de actividades
 - descarga de documentos

- participación en el chat
3. ¿Cuál sección del área virtual le ha parecido más útil?
- el foro de consultas
 - el foro de actividades
 - la sección de documentos
 - el chat
4. ¿Cuál es su opinión respecto al funcionamiento del aula virtual?
- malo
 - aceptable
 - bueno
 - muy bueno
 - excelente
5. ¿Qué sugeriría usted para mejorar el aula virtual?
