

TESIS DEFENDIDA POR  
**María Andrade Aréchiga**  
Y APROBADA POR EL SIGUIENTE COMITÉ

---

Dr. Pedro Gilberto López Mariscal  
*Co-director del Comité*

---

Dr. Gabriel Alejandro López Morteo  
*Co-director del Comité*

---

Dra. Ana Isabel Martínez García  
*Miembro del Comité*

---

Dr. Jesús Favela Vara  
*Miembro del Comité*

---

Dr. Juan José Contreras Castillo  
*Miembro del Comité*

---

Dra. Ana Isabel Martínez García  
*Coordinadora del programa de  
posgrado en Ciencias de la  
Computación*

---

Dr. David Hilario Covarrubias Rosales  
*Director de Estudios de Posgrado*

13 de Agosto de 2009

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE EDUCACIÓN SUPERIOR  
DE ENSENADA**



---

**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS  
EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

---

**DESARROLLO, IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE OBJETOS DE  
APRENDIZAJE EN CURSOS FORMALES DE MATEMÁTICAS DEL NIVEL  
SUPERIOR**

**TESIS**

que para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de  
**DOCTORA EN CIENCIAS**

Presenta:

**MARÍA ANDRADE ARÉCHIGA**

Ensenada, Baja California, México, Agosto de 2009.

**RESUMEN** de la tesis de **María Andrade Aréchiga**, presentada como requisito parcial para la obtención del grado de DOCTORA EN CIENCIAS en Ciencias de la Computación. Ensenada, Baja California. Agosto de 2009.

## **DESARROLLO, IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE OBJETOS DE APRENDIZAJE EN CURSOS FORMALES DE MATEMÁTICAS DEL NIVEL SUPERIOR**

Resumen aprobado por:

---

Dr. Pedro Gilberto López Mariscal  
Codirector de Tesis

---

Dr. Gabriel Alejandro López Morteo  
Codirector de Tesis

En este trabajo se presenta el desarrollo, implementación y evaluación de componentes de software para ayudar en el proceso educativo de las matemáticas en el nivel Superior. Su contenedor, representa una plataforma electrónica de aprendizaje que se introdujo en cursos formales de matemáticas universitarias. Su diseño, sigue los resultados de un estudio realizado a profesores de matemáticas de las carreras de ciencias e ingeniería de todo el país, sobre diferentes aspectos de su práctica docente. En particular, se obtuvo información que ayuda a explicar los resultados de estudios nacionales e internacionales que evidencian una serie de problemas que se presentan en las carreras de ciencia e ingeniería de México. Además, se establecieron lineamientos para el desarrollo del software, que fundamentalmente lleva a realizar modificaciones curriculares para lograr un buen proceso de integración de la tecnología dentro del salón de clases.

La plataforma se evaluó en dos grupos, uno de la Licenciatura en Informática y otro de Ingeniería en Telemática que la utilizaron en un curso de Cálculo, mientras que otros dos grupos correspondientes llevaron el curso sin el uso de la tecnología fungiendo como grupos de control. Las técnicas de análisis de datos se basaron en prueba de hipótesis respecto a la homogeneidad de los grupos antes y después de la experimentación, así como la prueba t-Student y análisis de normalidad de los grupos. Los resultados muestran que hubo diferencias estadísticamente significativas a favor de quienes utilizaron la plataforma electrónica. Esta evaluación permitió valorar el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación como apoyo para la educación de las matemáticas en el nivel superior. Se concluye que el uso de estas herramientas es un factor que puede ayudar a mitigar algunos problemas de aprendizaje existentes en los cursos básicos de matemáticas en las carreras de ciencias e ingeniería.

**Palabras clave:** ambiente de aprendizaje, Cálculo, educación Superior, objetos de aprendizaje.

**ABSTRACT** of the thesis presented by **María Andrade Aréchiga** as a partial requirement to obtain the DOCTOR OF SCIENCE degree in Ciencias de la Computación. Ensenada, Baja California. August 2009.

## **DEVELOPMENT, IMPLEMENTATION AND EVALUATION OF LEARNING OBJECTS IN FORMAL MATHEMATICS COLLEGE LEVEL COURSES**

In this work, the development, implementation and evaluation of software components to assist in the teaching process of mathematics in higher education are presented. Its container represents an electronic learning platform that was introduced in formal math university courses. Its design follows the results of a study about different aspects of mathematics teacher's academic practice, belonging to different science and engineering programs across the country. In particular the information gathered helps explain the results of national and international studies showing a series of academic problems in science and engineering education in Mexico. Furthermore, it establishes guidelines for the development of the software, which essentially lead to curricular changes for a better integration of the technology in the classroom.

The platform was evaluated in two Computer Science and Telematic Engineering groups, taking a Calculus course. Two other groups took the same course without the use of technology and served as control groups. The data analysis techniques were based on hypothesis testing of the groups' homogeneity before and after the experiment, also the Student t-test and group normality analysis. The results showed that there were statistically significant differences in favor of those who used the electronic platform. The evaluation allowed to explore the use of Information Technologies and Communications to support university level mathematics education. It is concluded that the use of these technological tools is a factor that can help mitigate some learning problems in basic mathematics courses in science and engineering university programs.

**Keywords:** learning environment, Calculus, Higher education, learning objects.

## Dedicatorias

A mi esposo, con todo mi amor, por su apoyo en todo momento.

A mis hijos, Mayra y César, por su motivación e inspiración para superarme.

A mi madre, hermanas y hermanos por su incondicional cariño.

## Agradecimientos

A Dios, por su guía y protección para permitirme llegar a este momento.

A los doctores Gilberto y Gabriel, por la dirección y asesoría de este proyecto, su valioso tiempo, sacrificios y consejos. Su disponibilidad en todo momento, por compartir sus conocimientos, corregir mis escritos y guiarme durante todo el proceso doctoral.

A mi comité de tesis: Dra. Ana Isabel Martínez, Dr. Jesús Favela y Dr. Juan Conteras por sus observaciones y correcciones que enriquecieron el contenido de mi trabajo de tesis, así como por su apoyo durante mi estancia en el programa.

A los profesores Carlos Brizuela, Antonio Macías, Vitaly Kober y Alberto Fernández, que contribuyeron en mi formación a través de los cursos del doctorado.

A mis amigas y amigos que me han apoyado durante esta etapa de mi vida.

A todos aquellos que me han dado palabras de aliento para seguir adelante.

Al Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada por darme la oportunidad de superarme.

A la Universidad de Colima, por los apoyos que he recibido.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo económico otorgado.

Al Programa de Mejoramiento al Profesorado (PROMEP) por las prestaciones económicas brindadas.

Sinceramente, MUCHAS GRACIAS!

Mary

## CONTENIDO

	Pág.
<b>Resumen en español.....</b>	i
<b>Resumen en inglés.....</b>	ii
<b>Dedicatorias.....</b>	iii
<b>Agradecimientos.....</b>	iv
<b>Contenido.....</b>	v
<b>Lista de Figuras.....</b>	ix
<b>Lista de Tablas.....</b>	xi
<b>Capítulo I. Introducción.....</b>	1
I.1 Planteamiento del problema y justificación.....	2
I.2 Preguntas de investigación e hipótesis.....	8
I.3 Objetivos.....	9
I.4 Metodología de la investigación.....	10
I.5 Estructura de la tesis.....	11
<b>Capítulo II. Fundamentos.....</b>	13
II.1 Desempeño en matemáticas de los estudiantes mexicanos, la prueba ENLACE .....	13
II.2 Evaluación PISA.....	15

## CONTENIDO (continuación)

	Pág.
II.3 Indicadores de educación universitaria en ingeniería y ciencias.....	19
II.4 Estrategias implementadas con Tecnologías de Información y Comunicación.....	30
<b>Capítulo III. Valoración de actividades docentes.....</b>	<b>37</b>
III.1 Diseño y valoración del cuestionario.....	37
III.2 Diseño final del cuestionario.....	41
III.3 Resultados del cuestionario VEAD.....	43
III.4 Discusiones acerca de las percepciones de los profesores de la problemática en la enseñanza.....	52
<b>Capítulo IV. Ambiente de aprendizaje.....</b>	<b>57</b>
IV.1 Ambientes de aprendizaje .....	58
IV.2 Objetos de aprendizaje.....	61
IV.3 El ambiente electrónico PIAC .....	64
IV.4 Modelo de unidad didáctica.....	83
IV.5 Usabilidad de la plataforma PIAC.....	89
IV.5.1 Evaluación automática.....	90
IV.5.2 Evaluación heurística.....	91
IV.5.3 Test de Usuarios.....	94

## CONTENIDO (continuación)

	Pág.
<b>Capítulo V. Experimentación y resultados.....</b>	<b>104</b>
V.1 Fundamentos del diseño del experimento.....	105
V.2 Experimento.....	107
V.3 Planeación.....	108
V.4 Fases .....	108
V.5 Análisis y procesamiento de los datos.....	111
V.6 Resultados.....	112
V.6.1 Descripción de la muestra de estudio del experimento.....	112
V.6.2 Experimentación.....	113
V.6.3 Normalización de los grupos.....	115
V.6.4 Homogeneidad entre los grupos.....	117
V.6.5 Análisis del rendimiento académico después de la experimentación	119
V.6.6 Observación diaria.....	127
V.6.7 Análisis de habilidades metacognitivas.....	129
V.6.8 Análisis de encuesta a usuarios.....	133
V.6.9 Entrevistas.....	137
V.7 Sumario .....	147
<b>Capítulo VI. Conclusiones.....</b>	<b>151</b>

CONTENIDO (continuación)		Pág.
<b>Referencias.....</b>		160
<b>Apéndices.....</b>		171
Apéndice A	Cuestionario: Valoración Estratégica de Actividades Docentes	172
Apéndice B	Jetspeed y la estructura de la plataforma PIAC.....	181
Apéndice C	Documentación de la base de datos para la creación de la plataforma PIAC .....	188
Apéndice D	Manual de usuario de la Plataforma interactiva de aprendizaje para el Cálculo (PIAC).....	193
Apéndice E	Ejemplo de un contenido .....	205
Apéndice F	Instrumento de observación diaria.....	213
Apéndice G	Inventario de percepciones metacognitivas (MAI).....	214
Apéndice H	Ejemplo de un examen de conocimientos aplicado a los grupos experimentales.....	217
Apéndice I	Instrumento de opinión respecto a PIAC.....	220
Apéndice J	Preguntas guía en las entrevistas a estudiantes que usaron la plataforma y profesora del curso.....	221
Apéndice K	Descripción del programa de Cálculo.....	223
Apéndice L	Instrumento de evaluación final a los grupos experimentales.....	232

## LISTA DE FIGURAS

Fig.		Pág.
1	Acciones basadas en Tecnologías de Información para mejorar el rendimiento en matemáticas.....	4
2	Porcentaje del primer grado universitario en CN&I en 2000.....	19
3	Graduados en estudios universitarios del área de Ingeniería entre algunos miembros de la OCDE de 2000 a 2004.....	20
4	Graduados en programas universitarios en Ciencias Exactas para algunos miembros de la OCDE en 2004.....	21
5	Indicadores de las carreras de Ingeniería y Tecnología y Ciencias Exactas y Naturales durante el periodo de 1996-2006.....	27
6	Comportamiento de la deserción de las carreras de Ingeniería y Tecnología y Ciencias Naturales y Exactas durante el periodo de 1996-2005.....	27
7	Comportamiento de la reprobación en la Universidad Autónoma de México de 2002 a 2007	29
8	Comportamiento de la deserción en la Universidad Autónoma de México	29
9	El uso de la tecnología como apoyo en cursos de matemáticas.....	34
10	Ejemplo de un objeto de aprendizaje interactivo de apoyo al aprendizaje de matemáticas.....	35
11	Pantalla que muestra parte del cuestionario en línea.....	43
12	Arquitectura de Jetspeed.....	65
13	Módulos de la plataforma electrónica de aprendizaje desarrollada.....	72
14	Módulo de contenido en la estructura de la Plataforma Interactiva de aprendizaje para el Cálculo.....	74
15	Ejemplo de un objeto auxiliar.....	76
16	Instrumento para la medición de usabilidad de los objetos de aprendizaje desarrollados.....	82
17	Cuestionario aplicado a usuarios en la evaluación de usabilidad de la plataforma PIAC .....	96
18	Gráfica de los resultados de la encuesta aplicada a los usuarios.....	98

## LISTA DE FIGURAS (continuación)

Fig.		Pág.
19	Gráfica de los resultados con la escala de SUS de la encuesta aplicada a usuarios.....	100
20	Gráficas de los resultados de análisis de normalización de los grupos participantes antes de la experimentación.....	115
21	Rendimiento por grupo y carrera de los grupos participantes.....	123
22	Tiempo para cada actividad de los grupos participantes.....	129
23	Cantidad de enunciados con una valoración menor del 50% en el MAI.....	132
24	Resultados de la valoración hacia la plataforma de aprendizaje desarrollada.....	135
25	Comparación entre los grupos experimental de algunos aspectos evaluados de la plataforma de aprendizaje desarrollada .....	136
26	Calificaciones de los entrevistados.....	138
27	Opinión sobre si la calificación del primer periodo fue influenciada por el uso de la Plataforma electrónica de aprendizaje.....	144
28	Fortalecimiento del aprendizaje de los estudiantes del curso de Cálculo durante el primer periodo con el uso de la plataforma.....	144
29	Interés de los estudiantes por los elementos de la plataforma.....	145
30	Opinión de los usuarios de la plataforma respecto al sistema de evaluación empleado en la metodología.....	146

## LISTA DE TABLAS

Tabla		Pág.
I	Resultados de la prueba ENLACE de Primaria, Secundaria y Nivel Medio Superior en las áreas de Español y Matemáticas.....	15
II	Resultados de PISA para los años 2000, 2003 y 2006 .....	17
III	Ingreso, egreso y titulados de las carreras de Física y Matemáticas en México de 1996-2004.....	23
IV	Matrícula y egreso de los estudiantes en la Universidad en las carreras de Ingeniería y Tecnología y Ciencias Exactas en México.....	24
V	Seguimiento de la matrícula desde 1996 a 2004 en México en Ciencias Exactas e Ingeniería y Tecnología.....	26
VI	Percepción del profesorado sobre los aspectos que se fomentan en sus cursos de matemáticas del nivel superior.....	46
VII	Percepción del profesorado sobre aspectos de los estudiantes durante los cursos de matemáticas del nivel superior.....	47
VIII	Opinión de los profesores sobre qué elementos se fomentarían en sus estudiantes si impartiera su curso con herramientas didácticas basadas en juegos o actividades recreativas.....	48
IX	Opinión de los profesores de las competencias de los estudiantes universitarios en diferentes temas de matemáticas.....	50
X	Disponibilidad de equipo computacional y periférico en el salón de clases.....	50
XI	Recursos tecnológicos que los profesores prefieren disponer para sus cursos de matemáticas.....	51
XII	Herramientas tecnológicas que le gustaría disponer en la enseñanza. Los profesores podían seleccionar más de una opción.....	52
XIII	Objetos de aprendizaje desarrollados en la Plataforma Interactiva de Aprendizaje para el Cálculo.....	77

## LISTA DE TABLAS (continuación)

Tabla	Pág.
XIV	Resultados del cuestionario aplicado a los usuarios..... 98
XV	Resultados del test aplicado a los usuarios en la escala de SUS..... 100
XVI	Descripción de los grupos participantes en la experimentación..... 113
XVII	Promedio de calificaciones hasta el semestre inmediato anterior de los grupos participantes en la experimentación..... 116
XVIII	Datos del análisis de normalidad de los cuatro grupos participantes en el experimento..... 117
XIX	Resultados del rendimiento académico durante la primera evaluación parcial de los grupos participantes en la experimentación..... 121
XX	Análisis de la diferencia significativa entre los grupos antes y después de la experimentación..... 123
XXI	Análisis de la diferencia significativa entre los grupos D y E en la experimentación..... 125
XXII	Rendimiento académico durante la 1a. y 2a. evaluación global de los grupos experimental..... 126
XXIII	Resultados de la observación diaria durante la primera evaluación parcial de los grupos participantes en la experimentación..... 128
XXIV	Resultados del inventario de habilidades metacognitivas aplicado a los grupos participantes en la experimentación..... 130
XXV	Resultados de la encuesta de opinión respecto a la plataforma de aprendizaje aplicada a los grupos experimentales..... 134
XXVI	Resultado de las calificaciones del primer periodo y la calificación final del curso de Cálculo de los grupos participantes en la experimentación..... 142
XXVII	Coefficiente de correlación entre la primera evaluación y la calificación final de los grupos participantes en la experimentación..... 143

## Capítulo I

---

### INTRODUCCIÓN

---

La eficacia de la educación de las matemáticas que se desarrolla dentro de las aulas, del mismo modo que ocurre con otras disciplinas, depende de un gran número de factores. Desde la infraestructura física y humana de las escuelas, las políticas administrativas, el contenido curricular, hasta las características individuales y el contexto sociocultural de los estudiantes. Uno de los factores importantes que determinan su calidad es la enseñanza efectiva de cada profesor.

Durante muchos años, la enseñanza de las matemáticas siguió un enfoque fundamentalmente memorístico, basado en la exposición y ejemplificación de los conceptos y técnicas rutinarias por parte de los profesores. En este contexto, los alumnos resolvían ejercicios repetitivos y problemas estándar, siguiendo textos cuyo contenido era esencialmente independiente del mundo real. Estas prácticas han resultado en un rechazo generalizado hacia las matemáticas y su aprendizaje. En la segunda mitad del siglo veinte, una serie de proyectos y reformas educativas resultaron en esquemas innovadores para la enseñanza de las matemáticas que difícilmente han podido mitigar estos problemas. En particular, no han podido satisfacer las exigencias de aprendizaje de las nuevas generaciones cuyos individuos se caracterizan por estar fuertemente influenciados por la tecnología.

Si bien, durante las últimas dos décadas se han iniciado muchos cambios y reformas en la enseñanza de las matemáticas en los diferentes niveles educativos, las necesidades en cada uno de ellos presentan problemas especiales que se tienen que atender cuidadosa e independientemente. En particular, la investigación en este trabajo se orienta hacia el estudio de ciertos elementos críticos del proceso educativo de las matemáticas en el nivel superior. Se propone una estrategia fundamentada en nuevos esquemas de enseñanza-aprendizaje con soporte en herramientas tecnológicas y Tecnologías de la Información y la Comunicación.

## **I.1 Planteamiento del problema y justificación**

Bishop *et al.* (2000) señalan que en la actualidad, aprender matemáticas se percibe como una actividad más compleja que antes, dado que las condiciones y exigencias del presente, implican mayores retos que hace algunos años. Esta complejidad tiene relación con:

- La diversidad del alumnado, de sus aspiraciones y de sus expectativas.
- Las presiones económicas sobre la educación, especialmente para que se forme a los jóvenes para el trabajo y para los estudios universitarios.
- Las presiones de otros campos de conocimiento para que las matemáticas sean más relevantes según sus necesidades.
- Las presiones del uso de las tecnologías de la comunicación y de la información.
- La necesidad de relacionar la educación con el nuevo contexto educativo global.
- Los aspectos políticos en torno al currículum de matemáticas y la decisión de a quién va a corresponder la responsabilidad de establecerlo.

Se requieren estrategias que hagan más eficientes las acciones de aprendizaje y den solución a los diferentes problemas que se presenta en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. Específicamente, se debe de poner especial atención en la baja calidad de la educación y los altos índices de reprobación que existen en países como el nuestro. Esto es evidente por los resultados que se han obtenido en diferentes estudios nacionales e

internacionales (OCDE, 2003; OECD, 2006a; Silva, 2006; Rodríguez y Leyva, 2007). Una síntesis de la situación está plasmada en el trabajo de Guevara Niebla (2003):

*“En lo que va del siglo, México amplió su cobertura educativa en forma vertiginosa y aún titánica, pero los resultados efectivos de la educación que imparte son deplorables. El aspecto más alarmante es el bajo rendimiento académico. Los exámenes de admisión que se aplican para el ingreso a secundaria, bachillerato y licenciatura de escuelas públicas, arrojan calificaciones promedio reprobatorias, en algunos casos muy inferiores a cinco”*(Guevara Niebla, 2003).

La crisis en la educación de las matemáticas que se vive a nivel mundial como lo indica (Ortiz, 2002) está centrada principalmente en:

- a) Fobia hacia las matemáticas desde la infancia. La cual es percibida por algunos como ansiedad matemática en el sentido de frustración que tienen los individuos cuando aprenden algún concepto y no le encuentran aplicación o relación con su entorno, y en otros se manifiesta como una parálisis que bloquea su entendimiento.
- b) Profesores poco preparados. Cuando éstos tienen poca preparación matemática, se transmite al alumno la incapacidad.
- c) Métodos inapropiados en el proceso enseñanza.
- d) Alumnos con bases débiles o nulas para el siguiente nivel educativo.

Se puede argüir que en el nivel superior uno de los grandes problemas es el bajo rendimiento en el aprendizaje de las matemáticas en los cursos básicos. Adicionalmente, esto se puede asociar a diversas causas entre las que destacan el cambio de un nivel a otro, deficiencias en los cursos previos y/o metodologías de aprendizaje inapropiadas. Para ayudar a disminuir estos problemas, es necesario tomar acciones que consideren nuevos esquemas de aprendizaje, las cuales puedan estar apoyadas por las tecnologías de la información y la computadora (ver figura 1), dado que se ha demostrado que el uso de éstas muestran resultados satisfactorios como apoyo a la educación en diversas áreas del conocimiento (Fernández, 2005; Humar *et al.*, 2005; López-Morteo, 2005). Otros trabajos

(Averbach y Chein, 2000; Schaffer y Douglas, 2004), han enfocado sus esfuerzos en la inclusión de estrategias para la resolución de problemas a través de matemáticas recreativas y el empleo de objetos de aprendizaje, considerándolos como materiales idóneos para las necesidades actuales.

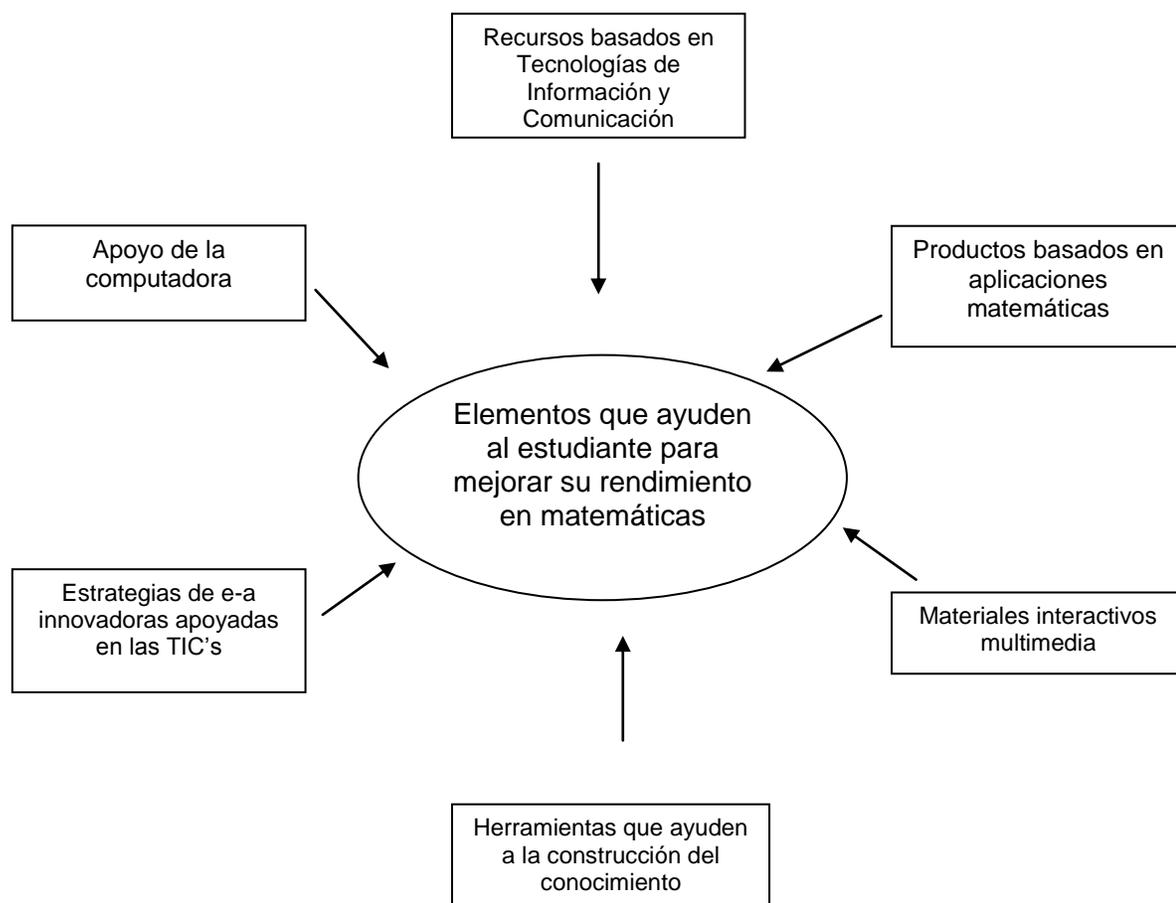


Figura 1: Acciones basadas en Tecnologías de Información para mejorar el rendimiento en matemáticas.

Es necesario crear nuevos escenarios para los cursos de matemáticas, en los que se consideren no solo aspectos técnicos sino también el uso apropiado de las Tecnologías de Comunicación con una metodología de enseñanza acorde a las necesidades específicas de los estudiantes, generada a partir de lo que indiquen los profesores en activo.

Al buscar nuevas tendencias para mejorar el proceso educativo de las matemáticas en nuestro país, es indispensable que los docentes, administradores y profesionales de la educación ejerzan acciones inminentes y se tomen decisiones enérgicas. Sin embargo, el camino dista de ser desconocido tomando en cuenta diferentes investigaciones en el campo, entre las que destaca los “*Principles & Standards for School Mathematics* (Principios y Estándares para Matemáticas en la Escuela)” del Consejo Estadounidense de Profesores de Matemáticas (NCTM<sup>1</sup>), que si bien, han sido formulados para los niveles básicos y de educación media, éstos representan la base para estudios sobre la educación de las matemáticas a nivel universitario. Los estándares describen el contenido y los procesos matemáticos que los estudiantes deben aprender y los estándares junto con los principios constituyen una visión para guiar el rumbo de las acciones. Los seis principios básicos son:

1. Equidad: para lograr excelencia en educación matemática se requiere equidad, expectativas altas y fuerte apoyo para todos los estudiantes.
2. Plan de estudio: coherente, centrado en temas matemáticos importantes y bien articulados en los diferentes grados escolares.
3. Enseñanza: requiere la comprensión de qué saben los estudiantes y qué necesitan aprender, y a partir de ello, retarlos y apoyarlos para que realicen un buen aprendizaje.
4. Aprendizaje: los estudiantes deben aprender matemáticas entendiéndolas, construyendo nuevo conocimiento activamente, a partir de sus experiencias y de lo que saben previamente.
5. Evaluación: debe apoyar el aprendizaje de conceptos matemáticos importantes y suministrar información útil tanto a los profesores como a los alumnos.
6. Tecnología: es esencial en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas y ésta influye en lo que se enseña y mejora el proceso de aprendizaje.

---

<sup>1</sup> <http://www.nctm.org/>

Con respecto al principio básico del aprendizaje, se podrán crear o plantear estrategias considerando las teorías constructivistas y de aprendizaje significativo, promoviendo la participación activa de los estudiantes con situaciones reales (Castillo, 2008).

En relación al principio básico de tecnología, es indudable que el uso apropiado de ésta puede ayudar a expandir la comprensión matemática de los estudiantes y permitir que tengan acceso a mejores experiencias de solución de problemas o casos. De manera implícita se deberá desarrollar la habilidad de los estudiantes para determinar cuándo y cómo se puede hacer uso de la tecnología con experiencias enriquecedoras que estimulen su curiosidad y motivación. El profesor, le permitirá la oportunidad de crear ambientes de aprendizaje enriquecidos para que los estudiantes perciban las matemáticas como una ciencia experimental y un proceso exploratorio significativo dentro de su formación.

Durante el estudio de las matemáticas se presentan exigencias para el uso y desarrollo del intelecto, mediante la ejecución de deducciones así como la representación mental de relaciones espaciales, por lo que esta ciencia hace una contribución esencial al desarrollo del pensamiento de los estudiantes, razón por la que el pensamiento matemático representa un elemento muy influyente en cada uno de los aspectos de la cultura humana. A estas alturas, podemos apostar a que la tecnología apoye en la mejora de este proceso (Berry y Ritz, 2004; Boaler, 2009; Dede, 2000; Khadivi, 2006; Shi y Bichelmeyer, 2007).

Una vertiente, es la de rediseñar las actividades dentro del salón de clases con una orientación recreativa, pues esto favorece no únicamente el aspecto motivacional sino también el aspecto cognitivo dado que captan por completo la atención del estudiante. Se han hecho investigaciones alrededor de ambientes recreativos de aprendizaje de las matemáticas, de particular interés es la propuesta de (López-Morteo, 2005) sobre el desarrollo de un Ambiente de Aprendizaje basado en Instructores Interactivos de Diversiones Matemáticas, en el cual presenta la conceptualización, desarrollo e implementación del ambiente electrónico como un espacio de trabajo colaborativo con el objetivo de fomentar el aprendizaje de las matemáticas. Los instructores que se emplean

están enfocados para el aprendizaje en general, y es de interés personal de la autora de este documento, desarrollar contenidos para cursos de matemáticas del nivel superior, como medida de apoyo al aprendizaje en esta área. Se evaluó el sistema respecto a su sentimiento hacia las matemáticas, operatividad, recreatividad y facilitador del aprendizaje con estudiantes de preparatoria en cursos informales y de corta duración (2 a 4 horas), por lo que será muy importante llevar a cabo su evaluación en cursos formales integrados a la currícula del estudiante y con mayor tiempo de su utilización, para demostrar su eficiencia y logro del aprendizaje.

Neto *et al* (2003) señalan que asociado al problema del alto porcentaje de estudiantes que fracasan en los cursos de matemáticas, está la idea preconcebida de que fallarán, lo que se relaciona al proceso de cómo los estudiantes aprenden matemáticas. Proponen una metodología innovadora de enseñar Cálculo basado en formas modulares del curso, con una estrategia de enseñanza centrada en el estudiante. Se sugiere al estudiante el compromiso de experto, guía, responsable y da énfasis al proceso de aprendizaje, consideran al conocimiento, en su trabajo, como una construcción y el proceso de la reconstrucción basado en los conceptos fenomenológicos de la hermenéutica. Los resultados demostraron la efectividad de la metodología aplicada.

De acuerdo con Dede (2000), entre las pretensiones del uso de la tecnología en el aula está que los alumnos deberían abordar tareas que:

- tengan analogía con otras tareas que reflejen los intereses del estudiante;
- sean complejas y de final abierto, que induzcan a los estudiantes a interpretar la situación y a regular su desempeño;
- tengan relación con situaciones prácticas, de forma tal que las experiencias del trabajo y de la vida cotidiana suministren información, estrategias e ideas relevantes;
- se puedan ejecutar de varias maneras y tengan más de una solución correcta;
- den lugar a un producto que permita sentir a los alumnos que están aportando algo a la comunidad;

- permitan evaluar aprendizaje significativo, medible y generalizable.

Tales aspectos serán de singular importancia tomar en cuenta cuando se desarrollen o implementen escenarios de aprendizaje en el área de interés.

Sin lugar a dudas el aprendizaje de las matemáticas es y ha sido un reto, particularmente para el nivel superior se requieren estrategias que apoyen a los métodos de aprendizaje que permitan al estudiante aprender haciendo, la utilización de nuevos modos con los cuales aplique los conocimientos en la solución de los problemas de su entorno y trabaje en equipos interdisciplinarios. Se apuesta por el uso apropiado de las tecnologías dado que ello representa una alternativa viable en este nivel educativo, así como la adecuación y generación de estrategias coherentes con el área de estudio.

## **I.2 Preguntas de investigación e hipótesis**

A continuación se presentan una serie de preguntas generales sobre las cuales se fundamentó la investigación realizada:

- ¿Cuáles son los problemas principales a los que se enfrentan los profesores de los cursos básicos de matemáticas en el nivel superior?
- ¿Cuál es la opinión de los maestros sobre el uso de actividades recreativas en sus actividades docentes acerca y del uso de un ambiente de aprendizaje computacional?
- ¿Qué efectos tiene el uso de una plataforma de aprendizaje electrónico con características similares al ambiente desarrollado por López-Morteo (2005) con los estudiantes de los cursos básicos de matemáticas de carreras universitarias en un entorno escolarizado?
- ¿Cuáles son los mecanismos de evaluación que se deben seguir para validar objetos de aprendizaje de apoyo al área matemática?
- ¿Qué aspectos del rendimiento académico de los estudiantes se favorecen con la utilización de herramientas tecnológicas en sus cursos?

En correspondencia con el planteamiento de estas preguntas, se formuló la siguiente hipótesis de trabajo:

“El empleo de un ambiente electrónico basado en objetos de aprendizaje tiene una influencia positiva en los indicadores de desempeño del aprendizaje de los estudiantes del área de matemáticas en cursos básicos del nivel superior”.

### **I.3 Objetivos**

Para el desarrollo de la investigación se presentan a continuación los siguientes objetivos:

#### Objetivo General

Desarrollar, implantar y evaluar componentes de software educativo, integrados en un ambiente electrónico, diseñado para ayudar en el proceso de aprendizaje de las matemáticas básicas en el nivel superior.

#### Objetivos Específicos

- Desarrollar y aplicar un instrumento de opinión dirigido a los maestros de matemáticas de carreras técnicas en diferentes universidades del país, para conocer su opinión sobre diferentes aspectos del proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas en el nivel superior.
- Diseñar y desarrollar componentes de software educativo con contenidos de matemáticas basados en la plataforma del ambiente de los IIDM's propuestos por López-Morteo (2005).

- Proponer un esquema formal de desarrollo de unidades didácticas para contenidos de matemáticas.
- Desarrollar el ambiente de aprendizaje que servirá de contenedor para los componentes de software educativo, adaptado a las características propias de estudiantes del nivel superior.
- Evaluar los efectos motivacionales del ambiente de aprendizaje en cursos escolarizados de matemáticas de nivel superior.
- Evaluar los efectos que tiene el uso del ambiente en los indicadores de desempeño de aprendizaje de los estudiantes.

#### **I.4 Metodología de la investigación**

Para el logro de los objetivos planteados se siguió la siguiente metodología:

1. Revisión del estado del arte y clarificación de los conceptos relativos a la investigación. A través de entrevistas con investigadores, desarrolladores y técnicos, además de la búsqueda documental exhaustiva, para definir y delimitar con claridad los términos de tipo tecnológico, educativo, pedagógicos y psicológicos que se trabajaron en el proyecto.
2. Elaboración y aplicación de un instrumento para identificar los problemas que enfrentan los profesores del nivel superior en sus cursos de matemáticas y su opinión del uso de actividades recreativas en ambientes computacionales como apoyo didáctico.
3. Análisis de los resultados de la aplicación de la encuesta y determinación de las áreas de oportunidad para la mejora del aprendizaje en cursos básicos de matemáticas del nivel universitario.
4. Análisis, diseño y desarrollo de los componentes de software educativo tomando como base tecnológica el ambiente y referencia.

5. Desarrollo de la plataforma que sirvió de contenedor de los objetos de aprendizaje desarrollados. A partir de la evaluación del sitio “Supersabios” se hizo el análisis sobre la pertinencia de su creación.
6. Experimentación. En un ambiente escolarizado (salón de clases) de nivel licenciatura, trabajar con los componentes de software educativo y medir el impacto en el aprendizaje identificando primeramente los temas, las actividades, la respectiva capacitaciones a los participantes, tiempos y condiciones de experimentación.
7. Análisis y procesamiento de los datos, para lo cual es necesario:
  - a) hacer pruebas comparativas
  - b) pruebas de correlación
  - c) mediciones paramétricas
  - d) mediciones no paramétricas
8. Redacción y publicación de los resultados.

## **I.5 Estructura de la tesis**

En los siguientes capítulos, se describe el desarrollo y evaluación de un escenario provisto de elementos tecnológicos para apoyar la problemática de la deserción y reprobación en cursos de matemáticas en el nivel superior, así como demostrar que la intervención de este tipo de recursos fortalece los procesos de enseñanza-aprendizaje en esta área. Se propone una metodología para la creación e implementación de este escenario y los diversos instrumentos que se diseñaron para su evaluación. En el capítulo II se analizan los diferentes factores educativos que inciden en el aprendizaje de las matemáticas de las carreras de ingeniería de nuestro país, a partir de diversos estudios que enmarcan la problemática en ciencias y tecnología.

Para conocer la percepción de los maestros universitarios de las carreras de ciencias e ingenierías sobre los problemas que ellos identifican y sobre diferentes aspectos del proceso educativo de acuerdo a su experiencia, incluyendo las que tienen que ver con el uso de las

Tecnologías de Información en sus cursos, se desarrolló un instrumento en forma de una encuesta dirigida a profesores de matemáticas del nivel Superior en el país. Su diseño, validación estadística, los resultados encontrados y una discusión de los mismos, se describen en el capítulo III.

La opinión de los profesores estableció directrices y sugerencias para el desarrollo de un ambiente electrónico de aprendizaje: Plataforma Interactiva de Aprendizaje para el Cálculo (PIAC), pues los profesores indicaron que una de las posibles soluciones para mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje y ayudar a minimizar la alta reprobación en los cursos de matemáticas, podría ser la de implementar escenarios basados en tecnología para la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. En el capítulo IV, se detalla el desarrollo de la plataforma y se propone un modelo de la unidad didáctica, así como su utilización en la enseñanza, generado a partir del diseño instruccional de la plataforma.

La utilización correcta de herramientas de software y la medición de su impacto en ambientes escolarizados es de gran importancia y representa uno de los factores de éxito del uso de las TIC en educación, por lo que se realizó un experimento con grupos formales de licenciatura con el propósito de demostrar que el ambiente electrónico creado para este nivel educativo favorece los resultados de aprendizaje de los estudiantes. La intervención se llevó a cabo con 4 grupos, de dos carreras distintas, con un total de 102 participantes universitarios y se describe en el capítulo V.

Las conclusiones, principales resultados, recomendaciones y trabajo futuro se presentan en el capítulo VI.

## Capítulo II

---

### FUNDAMENTOS

---

En estos tiempos, es difícil no llegar a aceptar que nuestro país presenta un atraso tecnológico importante. Muchas de las causas de este rezago son factores relacionados a los modelos socioeconómicos que se adoptaron desde hace mucho tiempo y al desarrollo de los mismos. El análisis puede llegar a ser complejo y diferentes visiones pueden llegar a plantear una amplia gama de aproximaciones. Por otra parte, no es difícil aceptar que en una sociedad moderna y avanzada, la innovación tecnológica está asociada de manera significativa y directa con la educación en ciencias e ingeniería. En este sentido, aquí se pretende sintetizar y analizar diferentes factores de la educación en ciencias y tecnología en nuestro país. Este análisis está basado en diferentes estudios nacionales e internacionales que proporcionan indicadores importantes de la situación. Se identifican ciertos problemas importantes que fundamentan y motivan el proyecto de tesis.

#### **II.1 Desempeño en matemáticas de los estudiantes mexicanos, la prueba ENLACE**

La Evaluación Nacional de Logro Académico en Centros Escolares (ENLACE) es una prueba del Sistema Educativo Nacional que se aplica a planteles públicos y privados del País. En Educación Básica, se aplica a alumnos de tercero a sexto de primaria y jóvenes de tercero de secundaria, en función de los planes o programas de estudios oficiales en las asignaturas de Español, Matemáticas y Formación Cívica y Ética. Tiene como principal

objetivo proporcionar información diagnóstica del grado o nivel que han adquirido los alumnos en los temas y contenidos de las asignaturas de Español, Matemáticas y Ciencias. En Educación Media Superior, se aplica a jóvenes que cursan el último grado de bachillerato para evaluar en qué medida son capaces de aplicar a situaciones del mundo real, conocimientos y habilidades básicas adquiridas a lo largo de la trayectoria escolar y que les permitan hacer uso apropiado de la lengua (habilidad lectora) y las matemáticas (habilidad matemática) (SEP, 2008).

Si bien, la prueba ENLACE no es un examen que aprueba o reprueba, sino un instrumento de evaluación que proporciona información a la sociedad acerca del grado de preparación que han alcanzado los estudiantes de los diferentes niveles evaluados, también provee información respecto a qué áreas los estudiantes alcanzan grados de suficiencia, además de permitir tomar acciones responsables para actuar en las secciones donde se presenten debilidades.

En la tabla I, se muestran los resultados de la prueba ENLACE de 2006 y 2007 para los niveles básicos, y de 2008 para el nivel medio Superior, en las áreas de Español y Matemáticas. Estos resultados indican un rendimiento de suficiencia bastante bajo en matemáticas, siendo apenas de 33% en el 2006 y de 35% para el 2007; ubicando las ponderaciones más altas en las categorías de insuficiente y elemental con 21% y 61% respectivamente para 2006 y de 20% y 58% para el 2007, en el nivel educativo de Primaria. Sin embargo, para el nivel de secundaria, los resultados son peores, alcanzando apenas un nivel de suficiencia de 14% para el 2006 y de 16% en el 2007 para la habilidad matemática. Para el año 2008, los resultados en el nivel de Primaria para matemáticas fueron de 81.4% en las categorías elemental e insuficiente, lo cual representa un 4% mayor que en el 2007, es decir, los resultados empeoraron. En secundaria, se presenta una tendencia a la baja respecto a los porcentajes de alumnos en las categorías en elemental e insuficiente, siendo 95.8% para el 2006, 94.4% para el 2007 y 93% en el 2008, por lo que se presenta una situación alarmante en el área matemáticas (peor que en el de Español, como se puede observar de la tabla).

En el nivel medio Superior se tiene un 15.6% de los estudiantes en las categorías de bueno y excelente en lo que se refiere a la habilidad matemática (SEP, 2008).

Tabla I. Resultados de la prueba ENLACE de Primaria, Secundaria y Nivel Medio Superior en las áreas de Español y Matemáticas (SEP, 2008).

	GRADO	AÑO	ESPAÑOL				MATEMÁTICAS			
			INSUFICIENTE	ELEMENTAL	BUENO	EXCELENTE	INSUFICIENTE	ELEMENTAL	BUENO	EXCELENTE
PRIMARIA	3	2006	21.2	48.5	28.3	2.0	22.1	54.9	21.0	1.9
		2007	20.3	48.1	28.4	3.3	21.7	50.8	23.2	4.3
	4	2006	21.0	60.3	16.7	2.0	20.3	62.9	15.2	1.7
		2007	21.9	56.3	18.9	3.0	19.1	59.7	18.1	3.1
	5	2006	19.6	62.1	17.1	1.2	21.5	61.8	14.9	1.8
		2007	19.6	56.9	21.3	2.2	20.4	57.7	18.9	3.0
	6	2006	20.8	61.4	16.4	1.5	20.0	65.9	13.1	1.0
		2007	18.8	59.8	18.9	2.5	19.7	61.8	15.8	2.8
	GLOBAL	2006	20.7	58.1	19.6	1.7	21.0	61.4	16.0	1.6
		2007	20.1	55.3	21.8	2.8	20.2	57.5	19.0	3.3
SECUNDARIA	3	2006	40.7	44.6	14.0	0.7	61.1	34.7	3.8	0.4
		2007	36.3	44.8	17.9	1.0	57.1	37.3	5.1	0.5
NIVEL MEDIO SUPERIOR	6	2008	12.4	35.4	45.5	6.7	46.6	37.8	12.2	3.4

Estos resultados no difieren mucho de los que se obtienen de la evaluación externa a la que se someten los estudiantes mexicanos, la prueba PISA, que se describe enseguida.

## II.2 Evaluación PISA

Las evaluaciones que se han hecho por parte de la OCDE a estudiantes de diversos países del mundo, entre ellos México, a través del examen PISA (Programme for International Student Assessment, Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos) refleja, de manera similar a la prueba ENLACE, resultados desalentadores.

El estudio PISA inició a fines de los años 90 como un estudio comparativo, internacional y periódico del rendimiento educativo de los alumnos de 15 años, a partir de la evaluación de ciertas competencias consideradas clave, como son la competencia lectora, la matemática y

la científica. Estas competencias son evaluadas cada tres años desde la primera convocatoria que tuvo lugar en el año 2000 (OECD, 2000).

El principal objetivo de PISA es generar indicadores de rendimiento educativo; no es propiamente un proyecto o trabajo de investigación en sí, aunque los datos aportados puedan ser de gran interés para los investigadores de la educación. Este estudio evalúa a los alumnos de 15 años en su centro educativo; es una edad en la que se hallan próximos a finalizar la escolaridad obligatoria en la mayoría de los países participantes, lo que los convierte en un grupo de edad adecuado para valorar su grado de preparación frente a los desafíos diarios de las sociedades modernas (OECD, 2006a). Otro interés de PISA es la conexión de lo que se aprende en la escuela con el aprendizaje a lo largo de la vida, pues no se limita a evaluar las competencias curriculares y transversales de los alumnos, sino que también informa sobre su motivación para aprender, la percepción de sí mismos y las estrategias que utilizan como sujetos de aprendizaje. Es decir, el examen PISA evalúa si los estudiantes tienen los conocimientos necesarios para ser competitivos.

Un aspecto relacionado con el bajo desempeño académico, corresponde a la baja capacidad de los estudiantes para aplicar los conocimientos matemáticos en la solución de problemas. En la tabla II, se presenta un sumario del puntaje promedio de la evaluación del 2000, 2003 y del 2006 publicados en (OECD, 2007). En esta tabla se observa que México ocupa el último lugar de los países miembros en las tres áreas evaluadas.

Particularmente en el área de cultura matemática, el puntaje obtenido de 386 puntos para el año 2003 está muy por debajo del promedio internacional que es de 500 puntos, además de que éste disminuyó ligeramente con respecto al obtenido en la evaluación del año 2000. Si bien, para el 2006 mejoró en un 5.2%, queda todavía muy por debajo del promedio de los países participantes.

Tabla II. Resultados de PISA para los años 2000, 2003 y 2006 (OECD, 2007).

Miembros de la OCDE	Cultura Científica			Comprensión de Lectura			Cultura Matemática		
	PISA 2000	PISA 2003	PISA 2006	PISA 2000	PISA 2003	PISA 2006	PISA 2000	PISA 2003	PISA 2006
Finlandia	539	549	564	548	544	548	537	545	549
Canadá	531	524	537	536	532	529	535	537	529
Nva. Zelanda	534	528	537	537	529	528	545	530	527
Japón	m	548	533	m	499	500	m	535	525
Australia	529	527	529	530	528	515	535	526	522
Holanda	m	531	526	m	520	508	m	546	532
Corea	552	539	523	525	535	556	547	543	548
Reino Unido	m	m	523	m	m	503	m	m	501
Alemania	494	516	520	492	506	501	496	515	509
Bélgica	501	518	515	512	518	506	525	539	525
Rep. Checa	513	529	514	493	497	484	498	523	511
Suiza	497	515	513	497	501	501	532	528	531
Austria	507	493	512	496	494	491	505	508	506
Irlanda	514	506	510	528	516	520	504	504	503
Suecia	514	509	506	519	518	511	512	512	505
Hungría	497	504	505	481	482	483	490	490	492
Francia	504	515	500	508	500	493	520	514	500
Polonia	487	498	499	484	497	509	476	490	496
Dinamarca	484	478	498	500	495	496	517	517	515
Islandia	498	496	493	510	493	487	517	516	507
Noruega	503	487	490	509	503	489	502	498	493
España	493	489	490	495	483	463	478	487	481
Edos. Unidos	504	493	490	509	497	m	498	484	475
Luxemburgo	m	488	489	m	485	482	m	498	493
R. Eslovaca	m	495	489	m	470	467	m	499	492
Italia	479	487	476	488	476	469	459	466	462
Portugal	461	469	475	472	479	474	455	468	467
Grecia	461	481	474	475	472	460	448	445	459
Turquía	m	435	424	m	441	447	m	424	424
<b>México</b>	<b>422</b>	<b>405</b>	<b>410</b>	<b>423</b>	<b>401</b>	<b>411</b>	<b>388</b>	<b>386</b>	<b>406</b>
<b>Promedio OCDE</b>	<b>501</b>	<b>502</b>	<b>502</b>	<b>503</b>	<b>497</b>	<b>494</b>	<b>501</b>	<b>502</b>	<b>500</b>

**Países Asociados**

Argentina	398	m	392	419	m	375	388	m	382
Azerbaijan	m	m	383	m	m	353	m	m	476
Brasil	376	391	391	397	404	393	335	358	370
Bulgaria	451	m	435	433	m	404	433	m	414
Chile	415	m	439	410	m	443	384	m	412
Colombia	m	m	388	m	m	385	m	m	370
Croacia	m	m	493	m	m	478	m	m	467
Estonia	m	m	532	m	m	501	m	m	515

China	541	541	542	526	511	536	561	552	547
Indonesia	395	395	393	373	382	393	369	361	391
Israel	441	m	458	460	m	444	440	m	446
Jordan	m	m	423	m	m	401	m	m	385
Kyrgyzstan	m	m	323	m	m	285	m	m	311
Latvia	462	490	490	460	491	480	464	484	487
Liechtenstein	478	527	525	488	527	514	520	537	527
Lituania	m	m	489	m	m	471	m	m	487
Macao-China	m	525	511	m	497	493	m	527	525
Montenegro	m	m	412	m	m	392	m	m	400
Qatar	m	m	351	m	m	315	m	m	319
Rumania	443	m	418	430	m	396	428	m	415
Rusia	461	490	480	463	443	440	480	469	476
Serbia	m	m	436	m	m	401	m	m	436
Eslovenia	m	m	519	m	m	495	m	m	505
China	m	m	533	m	m	497	m	m	550
Tailandia	437	429	421	432	420	417	433	417	417
Túnez	m	385	386	m	375	381	m	359	366
Uruguay	m	439	429	m	435	414	m	423	428

m: dato no reportado

Aunque es claro que estas evaluaciones se realizaron con estudiantes de secundaria, se debe tomar en consideración que algunos de éstos van a ingresar eventualmente al sistema universitario. Por lo tanto, es posible que lleguen con bases inapropiadas a los siguientes niveles escolares, en los que es manifiesto las insuficiencias adquiridas. De hecho, los altos índices de reprobación y deserción en bachillerato parecen indicar que más que un riesgo, es una realidad latente, por los resultados de evaluaciones realizadas a nivel bachillerato (Álvarez *et al.*, 2000).

Al analizar otras fuentes de indicadores de la deserción, reprobación y eficiencia terminal en el nivel superior, se observa que el problema también está presente en este nivel educativo y se percibe que a pesar de los esfuerzos que se realizan, no solo en México, existe una crisis en la educación matemática, que se vive a nivel mundial.

## II.3 Indicadores de educación universitaria en ingeniería y ciencias

Algunos países como México, no han sido lo suficientemente exitosos para incrementar de manera importante el número de estudiantes con grados universitarios en Ciencias Naturales e Ingenierías (CN&I). Los indicadores en Ciencia e Ingeniería publicados por la National Science Foundation en los Estados Unidos (NSF), muestran que en el año 2000 en México, menos del 2% de de la población en edad universitaria<sup>2</sup> obtuvieron grados en las áreas de CN&I, lo cual es sustancialmente menor que el porcentaje de muchos otros países que aparecen en el reporte (NSF, 2004). Como se muestra en la figura 2, en algunos países de la Unión Europea y países asiáticos los porcentajes son mayores que 10 mientras que en Canadá y Estados Unidos el número de graduados de CN&I de la población universitaria es más que el triple del porcentaje que en México.

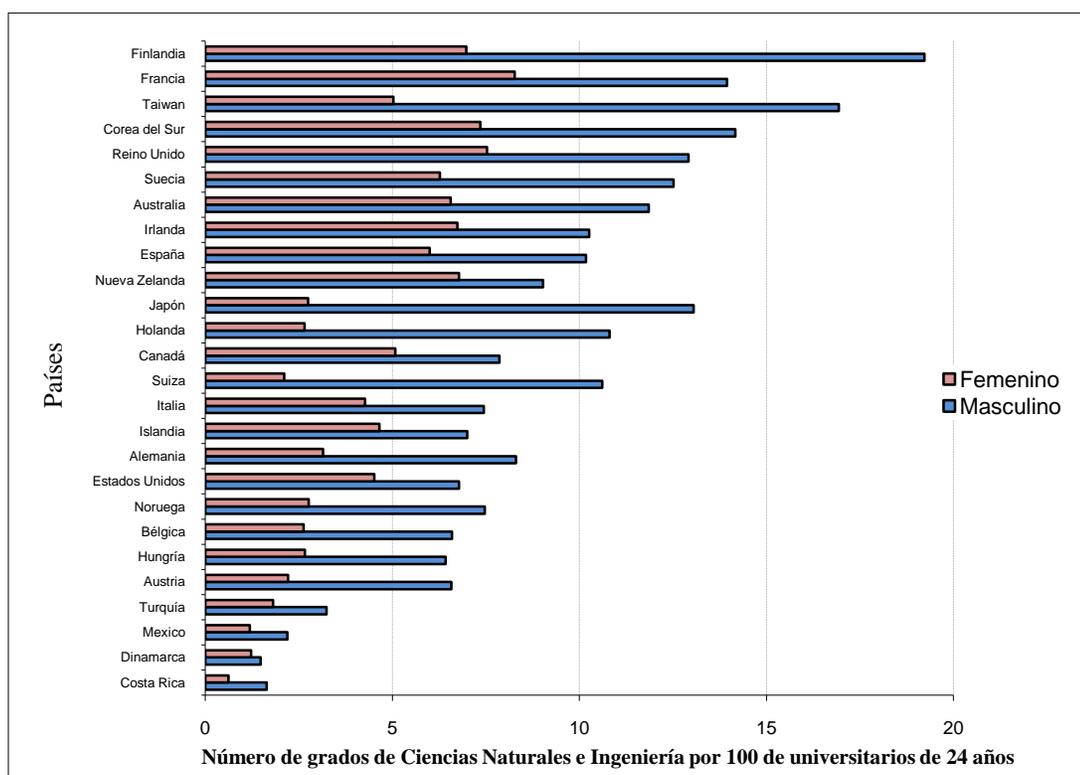


Figura 2: Porcentaje del primer grado universitario en CN&I en 2000 (OECD, 2003).

<sup>2</sup> En NSF (2004) la población en edad universitaria es considerada como la población de 24 años.

Por otra parte, la información publicada por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) muestra que entre sus 30 miembros, México es el país con menor índice de graduados en Ingeniería y Ciencias Exactas *per cápita* (OECD, 2000, 2003, 2006a, 2007). En la figura 3, se muestran los resultados de estos estudios para algunos países miembros de la OCDE. Se puede apreciar que del 2000 al 2004 en algunos países como Finlandia y Corea del Sur, se han producido alrededor de 5 veces más graduados universitarios en las Ingenierías por número de habitantes que en México; mientras que en países como España y Australia el número de graduados en estas disciplinas por habitante es casi el doble que en nuestro país. En general, en este intervalo, la mayoría de los países miembros de la OCDE han incrementado el número de graduados en Ingeniería.

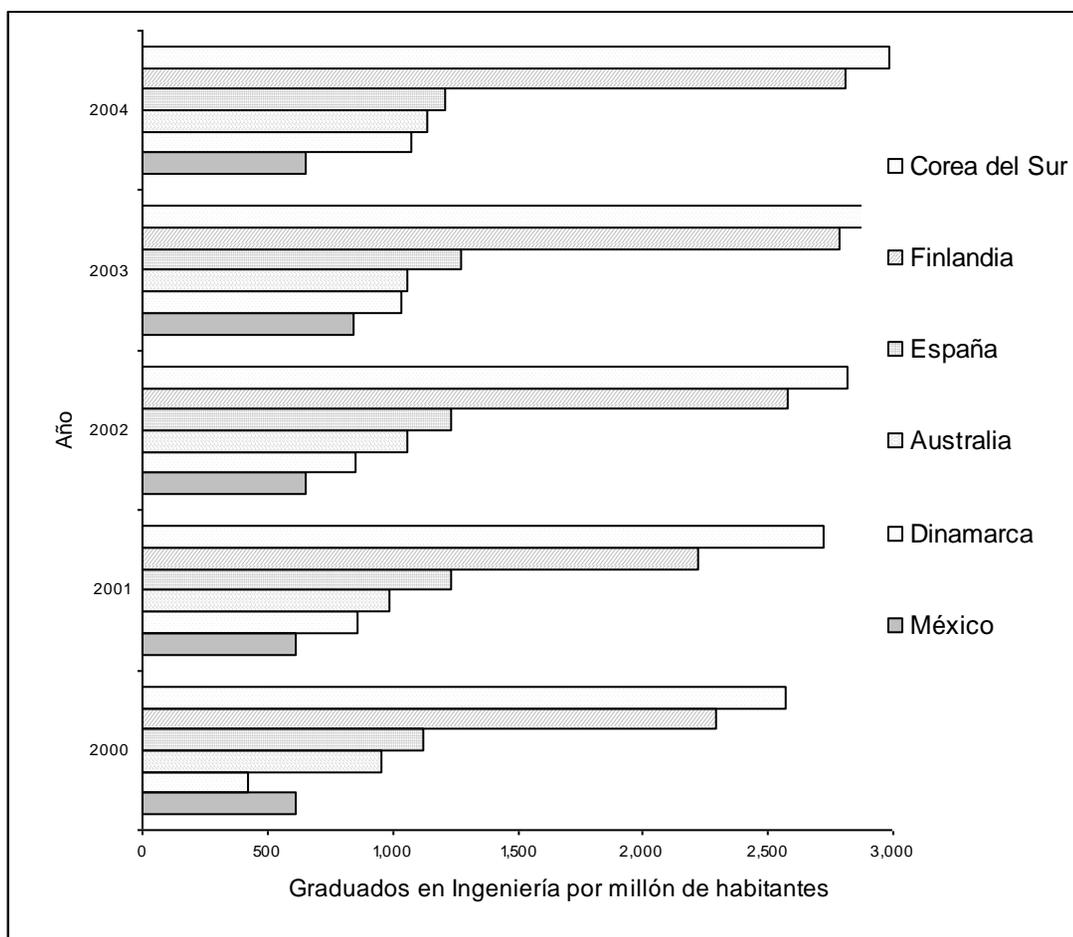


Figura 3: Graduados en estudios universitarios del área de Ingeniería entre algunos miembros de la OCDE de 2000 a 2004 (OECD, 2006b).

Otro aspecto importante que se puede apreciar de la figura 3, es que dentro de los miembros de la OCDE, países como Dinamarca han podido cerrar la brecha con respecto a los otros miembros. Por el contrario, México solamente en el 2003 muestra un incremento significativo en el número de graduados en Ingeniería, pero el número disminuyó sustancialmente otra vez en el 2004 (NSF, 2006, 2008; OCDE, 2003; OECD, 2003, 2006a, 2006b), mostrando un claro rezago con respecto a los otros miembros de la OCDE.

La situación respecto al número de graduados en Ciencias Exactas tampoco es alentador. En un lapso de 5 años, del 2000 al 2004, en México tan solo 6,289 personas por millón de habitantes, obtuvieron un grado universitario en Ciencias Exactas. El promedio para los demás miembros de la OCDE fue de 9,585 personas por millón de habitantes. En la figura 4, se muestra una comparación de los graduados *per cápita* en Ciencias Exactas en 2004, entre algunos países miembros de la OCDE (NSF, 2006; OECD, 2006a).

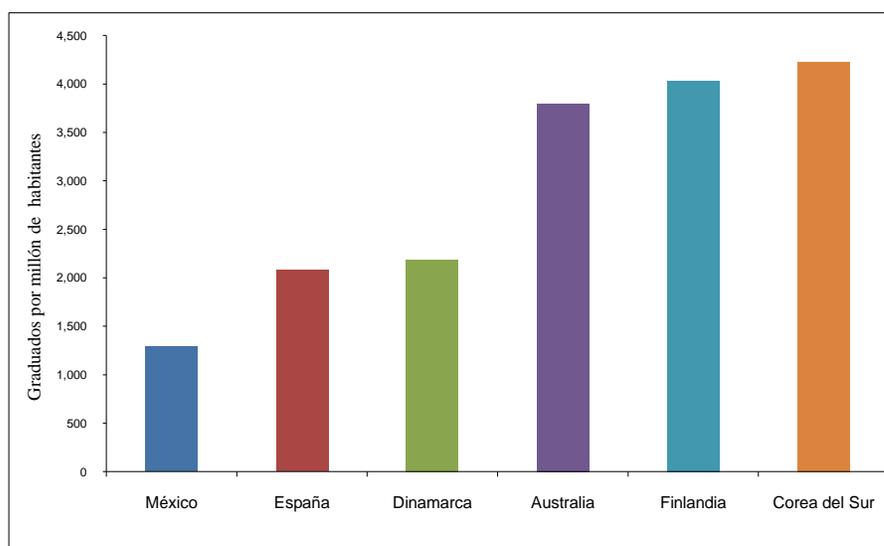


Figura 4: Graduados en programas universitarios en Ciencias Exactas para algunos miembros de la OCDE en 2004 (OECD, 2006b).

La calidad de la educación superior y profesional es un factor crucial que le permite a un país ser competitivo. En particular, la globalización de la economía exige profesionales bien entrenados que puedan adaptarse rápidamente a los ambientes cambiantes. Por ello es importante revisar cómo se encuentra nuestro sistema educativo comparado con el de los

demás países. En relación al nivel académico, The Global Competitiveness Report 2008–2009<sup>3</sup>, muestra que México ocupa la posición 109 de 134 países en el rubro de calidad del sistema educativo. En cuanto a Educación Superior tiene la posición 74 con una puntuación de 3.83 y respecto a la calidad en educación en Ciencias y Matemáticas lugar 127 con una puntuación de 2.6, ambos en escala de 1-7.

Si bien, México es considerado como un país que tiene muchas fortalezas, como lo es su estabilidad económica, posición geográfica privilegiada, red impresionante de acuerdos comerciales y amplio mercado doméstico, también presenta debilidades importantes, entre las que se encuentran la alta violencia e inseguridad (lugar 123 en seguridad), instituciones públicas débiles (posición 97), baja producción de científicos e ingenieros (lugar 105), y los mencionados para la calidad del sistema educativo, aspectos en los que tendrá que plantear directrices de fortalecimiento (Porter y Schwab, 2008).

Son muchos los factores académicos, culturales y sociales que pueden estar asociados a la baja producción de graduados universitarios en Ciencias e Ingeniería. Sin lugar a dudas, ciertas políticas gubernamentales deben implementarse para estimular a los jóvenes a que se acerquen a estas disciplinas. Particularmente en México, el número de estudiantes que ingresan a una ingeniería o carrera tecnológica (incluyendo computación e informática) ni siquiera alcanza el 3% del número total de estudiantes que ingresan a la universidad (CONACyT, 2006; INEGI, 2005). En las matemáticas y las ciencias físicas, menos del 0.2% de los estudiantes universitarios están inscritos en estas carreras. En la tabla III se muestran los datos publicados por la Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Educación Superior en México (ANUIES), en donde se muestran los primeros ingresos, el total de la matrícula, los egresados y los titulados de las carreras de Física y Matemáticas (ANUIES, 1996-2004).

---

<sup>3</sup> Los datos que se reportan son sobre un total de 134 países.

Tabla III. Ingreso, egreso y titulados de las carreras de Física y Matemáticas en México de 1996-2004 (ANUIES, 1996-2004).

<b>Física</b>					<b>Matemáticas</b>			
Año	Primer ingreso	Primer ingreso y reingreso	Egresados	Titulados	Primer ingreso	Primer ingreso y reingreso	Egresados	Titulados
1996	983	2,778	265	201	1,971	7,170	995	403
1997	1,128	3,010	230	172	2,132	7,548	988	469
1998	1168	3196	265	192	2019	7635	980	457
1999	1,206	3,470	267	205	2,273	8,252	760	441
2000	1,008	3,481	277	252	2,718	9,398	797	514
2001	1,176	3,509	278	217	2,587	9,359	888	466
2002	1,097	3,501	295	245	2,653	9,328	866	521
2003	989	3,382	392	256	2,661	9,667	1,354	565
2004	952	3,471	429	268	2,611	9,836	1,397	530

Sin lugar a dudas, el número de ingresos a los programas de CN&I es un factor decisivo, sin embargo, existen otros factores críticos que se presentan después del ingreso de los estudiantes y que influyen negativamente en la cantidad de egresados en CN&I de los programas universitarios. De esta manera, también es importante dirigir la atención a los problemas asociados con los bajos índices de graduación, la alta deserción y el retraso generacional que resultan alarmantes en las carreras de ingeniería, ciencias exactas y naturales.

En la tabla IV, se muestra el número total de estudiantes inscritos y los egresados de carreras universitarias en ingeniería y tecnología (incluyendo ciencias de la computación) y ciencias exactas y naturales, publicados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de 1990 a 2006 en México (CONACyT, 2006). Considerando que los programas universitarios están diseñados para un lapso de 4 a 5 años (la realidad es que una gran mayoría se cumplen en 8 ó 9 semestres y la tendencia es que se reduzca a 8 semestres), los datos muestran que en los últimos 12-13 años para una generación típica (ignorando el hecho de que algunos de los estudiantes que egresaron ya estaban en la universidad), de los 1.4 millones de estudiantes que entraron a las carreras de Ingeniería y Tecnología sólo el 65% de los estudiantes egresan en 5 años (61% considerando generaciones de 5 años). De

manera similar, en las Ciencias Exactas y Naturales, el porcentaje de estudiantes que egresa oscila entre el 58 y el 62% en un lapso de 8 a 10 semestres.

Tabla IV. Matrícula y egreso de los estudiantes en la Universidad en las carreras de Ingeniería y Tecnología y Ciencias Exactas en México (CONACyT, 2006).

Año	Ingeniería y Tecnología		Ciencias Exactas y Naturales	
	Matrícula	Egreso	Matrícula	Egreso
1990	76708	30484	6392	2953
1991	78509	36589	5831	3253
1992	85607	39894	5193	2752
1993	86111	39182	5316	2796
1994	86093	42571	5421	2574
1995	89138	49515	5551	3321
1996	95319	52179	6861	3210
1997	103452	50871	7667	3021
1998	112563	50795	8133	2738
1999	126357	54065	9443	3023
2000	136874	58138	9635	3163
2001	145910	65197	9811	3755
2002	156804	70191	10054	4674
2003	157689	76102	10190	5343
2004	166668	82893	10386	6161
2005	178418	88881	10846	6821
2006	190554	96277	11302	7771

Fuente: CONACyT. Informe General del Estado de la Ciencia y la Tecnología, 2006.

La ANUIES publica el número de estudiantes inscritos en universidades mexicanas por año, institución, programa académico, sexo, edad, entre otros. Sin embargo, a pesar de que representa la mejor fuente de información acerca de la educación universitaria en el país, el último reporte publicado fue para el año 2006. Más aún, existen discrepancias entre los datos publicados por el CONACyT (que cita los anuarios estadísticos de ANUIES – ver la tabla III-) y los de ANUIES.

En la tabla V, se muestra el número de estudiantes en el primer año, el total de los inscritos, el total de egresados y el número de estudiantes que se titularon<sup>4</sup> de carreras universitarias en Ingeniería y Tecnología así como en Ciencias Naturales y Exactas, desde 1996 a 2004 (ANUIES, 1996-2004). Un estudiante no se considera graduado hasta que cumple con

<sup>4</sup> La ANUIES reporta los egresados y titulados del año anterior al que informa.

todos los requisitos de titulación, particulares de cada institución. En muchas de las universidades en México terminar los créditos no conlleva la obtención del grado, en estos casos se considera al estudiante como egresado pero no graduado. Entre los requisitos de titulación más comunes, están trabajos de tesis y defensa de la misma, obtención de una cierta puntuación en examen de egreso (e.g. EGEL<sup>5</sup> administrado por CENEVAL<sup>6</sup>), el obtener un promedio mínimo de los cursos, proyecto final, entre otros. Sin embargo, la tendencia entre las universidades es desaparecer y/o simplificar esos requerimientos adicionales para la obtención del título, pues en muchos lugares los estudiantes egresan pero no terminan el proceso de titulación ya que no en todos los centros de trabajos les exigen el título, por lo tanto no es de su interés y nunca obtienen el título.

La información de la tabla V, muestra que en promedio solo el 61% de los estudiantes que egresaron de 1996 al 2006 se titularon (estimación obtenida de la relación egresados/titulados durante este periodo). Por consiguiente, en una generación típica, de los estudiantes que se inscriben en un programa universitario en México de Ingeniería y Tecnología apenas el 35% obtiene su título.

Resulta un tanto sorprendente, que en el periodo de información proporcionada por la ANUIES, el porcentaje de la matrícula de primer ingreso con respecto a la matrícula total se mantiene relativamente estable a través de los años, aproximadamente de 25% para Ingeniería y Tecnología, y 29% para Ciencias Exactas y Naturales, como se muestra en la figura 5. También el número de egresados comparado con la matrícula total en un año específico muestra fluctuaciones menores, con respecto al promedio que es de aproximadamente 11% para ambas áreas, lo anterior se ilustra en la figura 5. Adicionalmente, la proporción de deserción por año puede calcularse restando el número de egresados de la matrícula total para cada año y comparándola con la matrícula total del siguiente año (sin la matrícula de primer ingreso).

---

<sup>5</sup> EGEL: Examen General de Egreso de la Licenciatura.

<sup>6</sup> CENEVAL: Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior, A.C. <http://www.ceneval.net/>

Tabla V. Seguimiento de la matrícula desde 1996 a 2004 en México en Ciencias Exactas e Ingeniería y Tecnología (ANUIES, 1996-2004).

INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA					CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS				
Año	Matrícula de primer ingreso	Matrícula Total	Egresados*	Titulados*	Año	Matrícula de primer ingreso	Matrícula Total	Egresados*	Titulados*
1996	95319	413208	49515	27665	1996	6861	22994	3321	1879
1997	103452	424352	52179	30712	1997	7667	25101	3210	1925
1998	112563	447405	50871	29576	1998	8133	27321	3021	1931
1999	126357	481543	50795	31239	1999	9443	30002	2738	1768
2000	136874	514463	54065	34156	2000	9635	32698	3023	2130
2001	145910	550636	58138	37621	2001	9811	33720	3163	2167
2002	156804	598929	65197	39592	2002	10054	34514	3755	2365
2003	157689	628188	70191	43077	2003	10190	35751	4674	2652
2004	159810	654580	79064	49660	2004	9857	36774	5021	2669
2005	171 749	697 702	86032	55114	2005	11009	40256	4860	3164
2006	177 386	718 668	91602	59527	2006	11095	41684	5391	3167

Fuente: ANUIES, Anuarios Estadísticos de 1996 a 2004. Población Escolar de Licenciatura en Universidades e Institutos Tecnológicos.

\* ANUIES reporta los egresados y titulados del año anterior.

En la gráfica de la figura 6, se muestra el porcentaje de estudiantes que abandonan sus estudios en los programas de Ingeniería y Tecnología y Ciencias Naturales y exactas, respectivamente. Podemos observar que el porcentaje de deserción en Ciencias Naturales y Exactas (14.1% en promedio) es siempre mayor que el de Ingeniería y Tecnología (10.3% en promedio). Los porcentajes oscilan entre 6.5%-10.4% para Ingeniería y Tecnología, mientras que Ciencias Naturales y Exactas varía entre 7.3%-17.2%; comportándose más estable la deserción de Ingeniería y Tecnología. Ambas áreas muestran la mayor deserción en el año 2004 para los datos del periodo que se reporta.

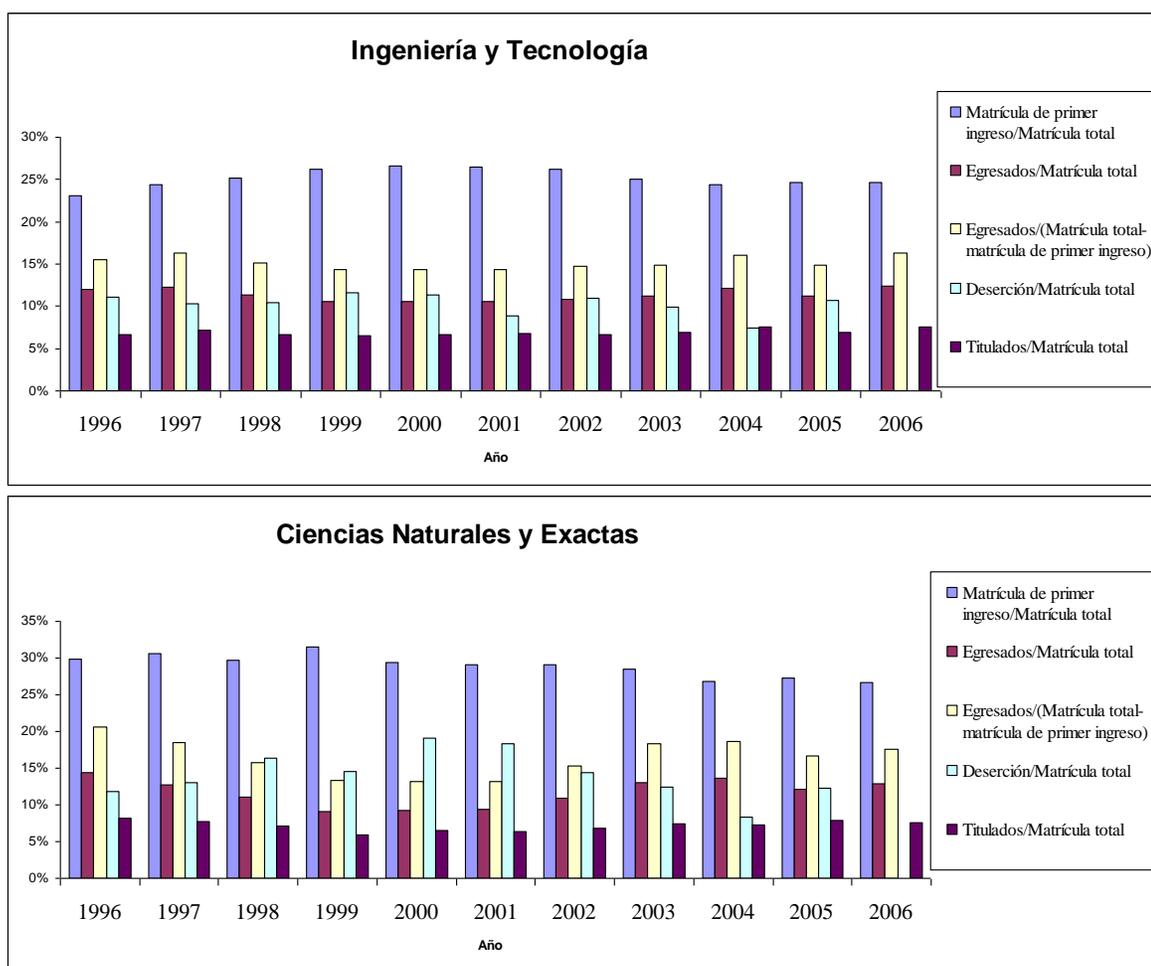


Figura 5: Indicadores de las carreras de Ingeniería y Tecnología y Ciencias Exactas y Naturales durante el periodo de 1996-2006.

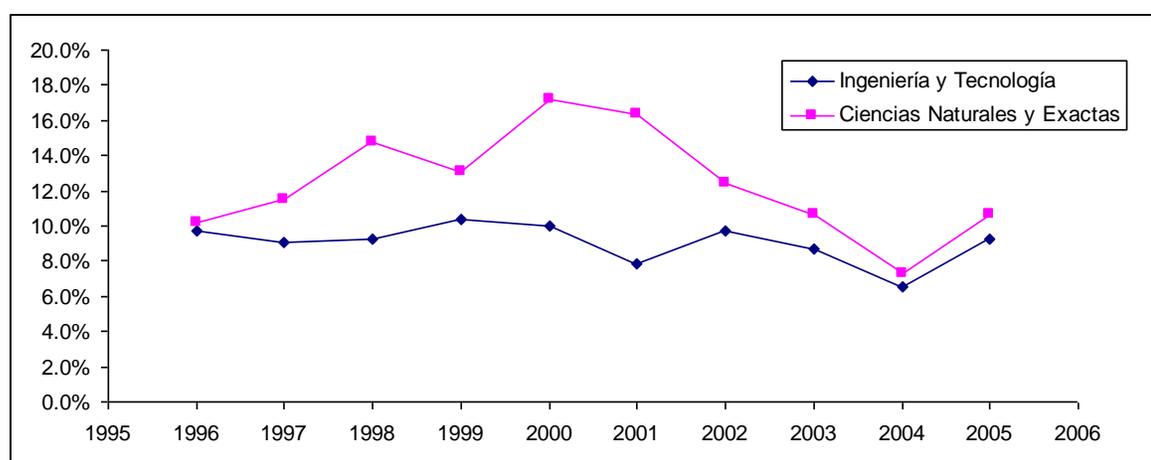
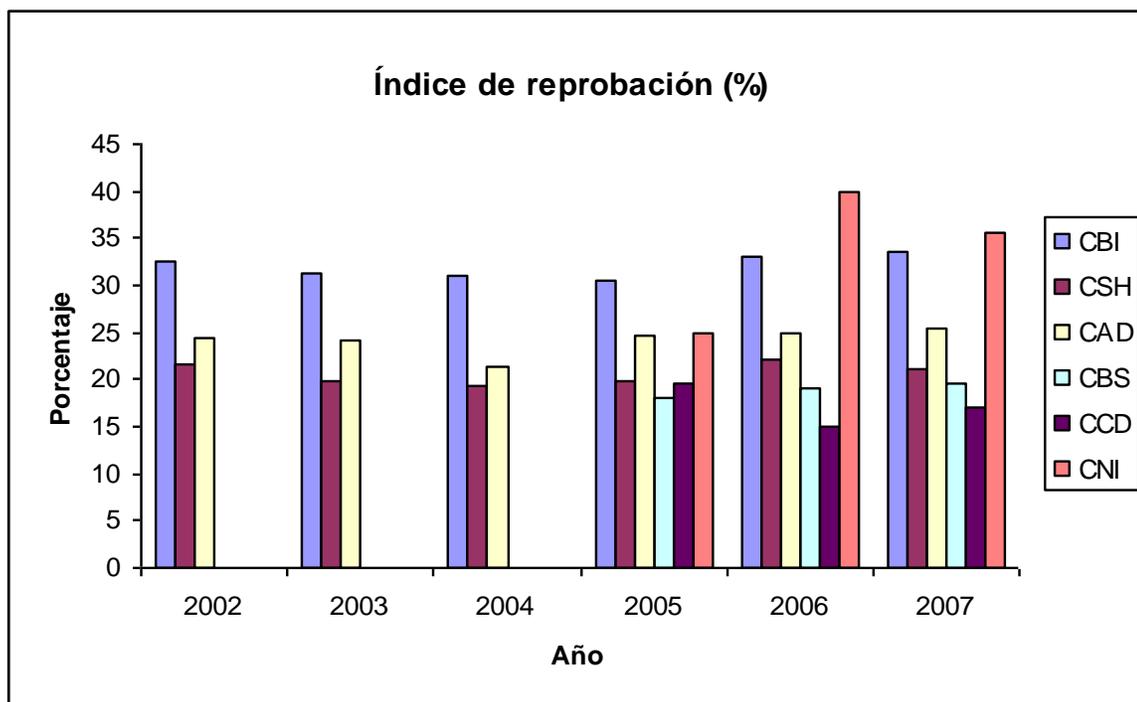


Figura 6: Comportamiento de la deserción de las carreras de Ingeniería y Tecnología y Ciencias Naturales y Exactas durante el periodo de 1996-2005.

El comportamiento descrito anteriormente, es típico en la mayoría de las universidades del país y no es exclusivo de una universidad en particular. Sin embargo, los anuarios estadísticos de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), permiten comparar el desempeño de los estudiantes universitarios en programas de Ingeniería y Tecnología y de Ciencia Exactas con los de otras áreas de estudio (UAM, 2002-2007). En la figura 7, se pueden ver los índices de reprobación en las diferentes divisiones. Esto es, el porcentaje de estudiantes que reprueban las diferentes materias de cada una de las divisiones académicas.

Es suficientemente alarmante el hecho de que el promedio de reprobación de los estudiantes en la Universidad Autónoma Metropolitana oscile entre el 22 y el 23 por ciento; pero resulta sumamente perturbador que anualmente, una tercera parte de los estudiantes cursando las divisiones académicas de Ciencias Básicas e Ingeniería (CBI), repruebe. Esto naturalmente conlleva a un retraso académico notable como queda ilustrado en la figura 8, en donde se muestran los trimestres cursados promedio para terminar estudios a nivel licenciatura por generación de egreso en las diferentes áreas. Tomando en consideración que las carreras en la UAM están diseñadas para 12 trimestres (en realidad son cuatrimestres), podemos observar en la figura, que en los últimos 10 años mientras los estudiantes División de Ciencias Sociales y Humanidades (CSH) y la División de Ciencias y Artes para el Diseño (CAD) tardan de en promedio de 5 a 6 años (es decir un 50% más del tiempo requerido), los estudiantes de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería; muestran casi un 100% de atraso para egresar.

Es claro que existen diversos factores críticos que impactan en el éxito de los estudiantes mientras están en la universidad. Se pueden considerar circunstancias de índole económica, cultural, social y académica. Por otro lado, hay evidencias que señalan que el porcentaje de deserción y reprobación, entendidos como fracaso escolar, son mucho más significativas en los primeros semestres, debido entre otros múltiples factores, a los problemas que enfrentan los estudiantes con sus cursos básicos de matemáticas, enseñados en los programas universitarios de Ingeniería y Ciencias Naturales y Exactas (Dana-Picard *et al.*, 2007; De la Chaussée Acuña, 2005; Rodríguez y Leyva, 2007; Silva, 2006).



Donde: CBI Ciencias Básicas e Ingeniería CBS Ciencias Biológicas y de la Salud  
 CSH Ciencias Sociales y Humanidades CCD Ciencias de la Comunicación y Diseño  
 CAD Ciencias y Artes para el Diseño CNI Ciencias Naturales e Ingeniería

Figura 7: Comportamiento de la reprobación en la Universidad Autónoma de México de 2002 a 2007 (UAM, 2002-2007).

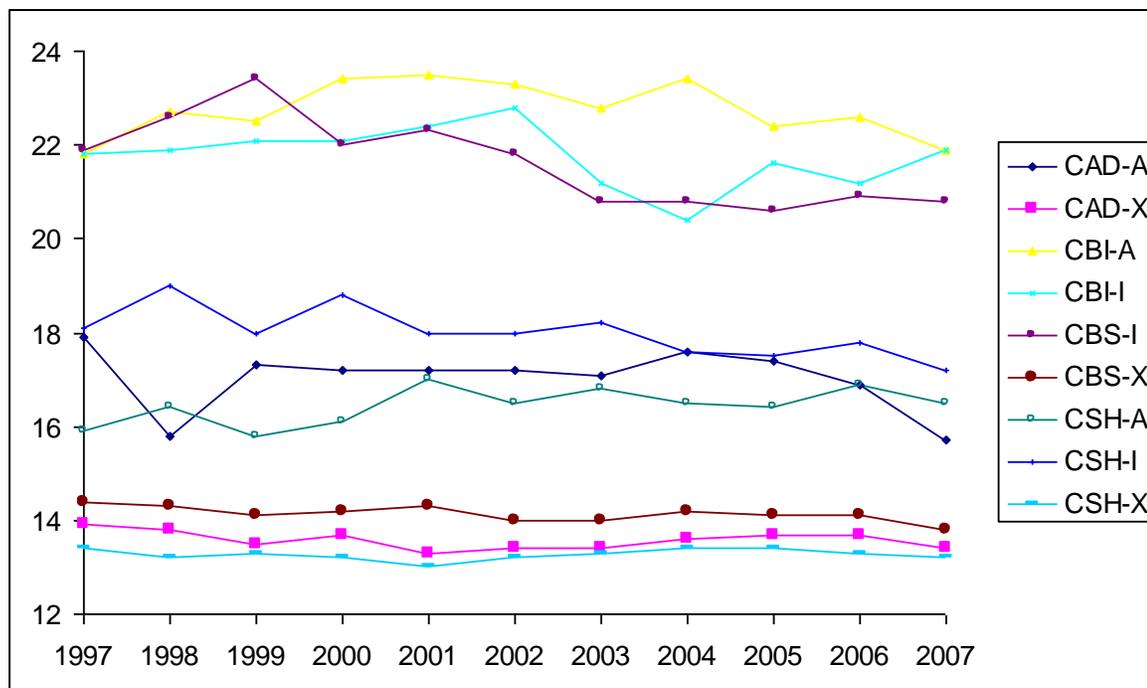


Figura 8: Comportamiento de la deserción en la Universidad Autónoma de México (UAM, 2002-2007).

La información recabada de los programas de ingeniería de dos universidades de México, la Universidad de Colima (UCOL) y la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), consideradas como de alta calidad por el Consorcio de Universidades Mexicanas (CUMex, 2008), correspondientes a los años escolares 2004-2005 y 2005-2006, muestra que los mayores índices de deserción y reprobación se presentan en los cursos de matemáticas. Por ejemplo, de 268 estudiantes de las carreras de Ingeniería de UCOL inscritos a uno de los cursos de Cálculo, casi el 40% lo reprobó. Mientras que en el curso de Matemáticas I en las carreras de Ingeniería de UABC apenas el 47% de los estudiantes lo acreditaron. También se detectó una alta deserción en los primeros semestres de las carreras de tales universidades. El promedio de las calificaciones en los cursos de matemáticas mencionados es muy bajo, apenas de 5.8 y 5.3 respectivamente en una escala de 0 a 10 (información obtenida del reporte académico anual de cada Universidad). De esta manera, el rendimiento académico refleja substanciales deficiencias en los cursos básicos de sus carreras.

Con este análisis se pone de manifiesto el rendimiento académico y los problemas por los que atraviesan los estudiantes en los diferentes niveles educativos, detectándose el área de matemáticas con mayores situaciones alarmantes en los casos presentados. Enseguida se presentan algunas estrategias innovadoras como posibles opciones de solución ante estos problemas.

## **II.4 Estrategias implementadas con Tecnologías de Información y Comunicación**

Es indudable que las matemáticas van de la mano con el desarrollo intelectual del ser humano, por lo que el aprendizaje de esta área tiene particular importancia para sus actividades cotidianas. La preparación de los individuos en matemáticas les permitirá desarrollar las habilidades necesarias para hacer deducciones y representaciones mentales prácticamente en cualquier campo de su desarrollo profesional.

Con el actual ritmo de avance en muchas de las áreas del conocimiento, particularmente las ingenierías, han aumentado de manera importante los requerimientos de conocimiento técnico para los profesionales. También ha incrementado la necesidad de que cuenten con las habilidades necesarias para emplear ese conocimiento técnico en resolver problemas en cualquier sector de la sociedad. Para lograr esto, el sistema educativo de un país debe considerar una educación que fomente el desarrollo de estas habilidades, a partir de la generación de conocimiento en el individuo y su aplicación directa en la resolución de problemas de la sociedad que lo rodea.

Lamentablemente, poco se ha hecho para minimizar los problemas de matriculación, rendimiento y deserción asociados a programas universitarios de ingeniería, cuya currícula está ligada a ciencias como la física, la química y por supuesto las matemáticas. En estas disciplinas, el comportamiento de los indicadores, por decir lo menos, es desalentador, como se mostró en las secciones previas en este capítulo. Debido a esto, ha surgido el interés de buscar otras alternativas innovadoras que ayuden a solventar en parte la problemática asociada a la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas universitarias.

En el ámbito de las ingenierías y enfocando la discusión hacia las matemáticas como el área de estudio de interés para este trabajo, el crecimiento poblacional en conjunto con el desarrollo económico del país presenta nuevos retos de formar profesionales con los conocimientos matemáticos y técnicos adecuados para su área de trabajo. Es factible pensar que los modelos educativos en los que se van a formar nuestros nuevos ingenieros, deben modificarse en una medida proporcional a los avances sociales, culturales y tecnológicos de la sociedad. Dado que los programas educativos no se actualizan al mismo ritmo que ocurren los cambios en el mundo, se considera que los sistemas tradicionales de enseñanza de las matemáticas actualmente no satisfacen las exigencias de aprendizaje de las nuevas generaciones. En los trabajos de Fernández (2005) y Silva (2006) se señala la necesidad de utilizar nuevos modos de educación, considerando al aprendizaje como eje central y compartir el saber en todos los niveles de la sociedad, así como la necesidad de métodos más apropiados basados en la utilización de tecnología para la mejora de los procesos de

enseñanza. Por tal motivo, cada vez es mayor el requerimiento de toda una gama de servicios, técnicas y medios que ayuden a lograrlo.

Una estrategia innovadora y que promete cambios sustanciales en el proceso de enseñanza-aprendizaje consiste en aprovechar los nuevos recursos tecnológicos representados por las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Entre sus propósitos está el de ampliar la cobertura del aprendizaje en los diferentes niveles educativos, desde básicos hasta universitarios (Papanastasiou y Angeli, 2008). Estas nuevas estrategias proponen emplear enfoques interactivos y motivadores, aprovechando las características que aporta el medio de distribución del contenido educativo inherente a las TIC: la computadora y el software diseñado para este propósito (Kersaint, 2007; Tamar y Rivka, 2008).

De las problemáticas que se han mencionado, es indudable que un porcentaje importante de los estudiantes expresan cierto rechazo hacia las matemáticas y su estudio. Esta situación se asocia generalmente a un sistema basado en el aprendizaje algorítmico de los procedimientos técnicos, la percepción de ejercicios puramente abstractos, programas educativos que no asocian los conocimientos matemáticos con la resolución de problemas que tengan un significado para el estudiante, bajo dominio del tema por parte del maestro, técnicas de enseñanza basadas puramente en exposición, evaluaciones que ponderan el razonamiento algorítmico sobre el desarrollo de habilidades cognoscitivas, material educativo de mala calidad para la enseñanza, entre otros (Boaler, 2009).

En las últimas dos décadas, se han hecho los esfuerzos importantes para introducir tecnología basada en la instrucción en el aula para cursos de matemáticas a diferentes niveles de educación formal. Los estándares del National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) en los Estados Unidos, consideran a las tecnologías de información y la computadora como un apoyo para el aprendizaje de los niveles primaria hasta preparatoria (NCTM, 2006).

En México, el gobierno Federal ha comenzado a hacer fuertes esfuerzos para incluir esquemas de instrucción apoyados por la tecnología. Ejemplo de esto es el proyecto "Enciclomedia" (SEP, 2004), que consiste en introducir lo que llamó los libros de texto interactivos como parte de los planes de estudios en los últimos dos años de escuela del nivel primaria. El programa generó altas expectativas para la sociedad y las autoridades educativas. Sin embargo, durante los cuatro años de vida del programa, no hay ninguna evidencia sólida sobre cualquier mejora de calidad de aprendizaje matemático para los estudiantes. Al contrario, las comunidades académicas y científicas han criticado el programa debido a sus altos costos, falta de entrenamiento de maestros, modelo educativo dudoso, y la administración pobre (SEP, 2006).

Otras iniciativas son realizadas por grupos de investigadores nacionales, como es el caso del Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT), donde desarrollan software educativo para la geometría empleado en cursos de nivel superior, y como el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV), quienes desarrollan software educativo para Álgebra y Cálculo del nivel Superior (Martínez, 2005). Por otra parte se destaca el trabajo desarrollado en la Universidad Pedagógica Nacional para emplear calculadoras programables en los cursos de matemáticas de primaria y secundaria (Cedillo, 2005).

En el contexto internacional, se ha desarrollado investigación para emplear material educativo disponible en sitios WEB en carreras de ingeniería, ejemplificado en Humar *et al.* (2005). De esta manera, los profesores de matemáticas se están dando cuenta del valor de emplear la computadora en sus procesos de enseñanza, usando para ello software educativo desarrollado con un objetivo en particular e incluso software genérico. Una actividad de este tipo es ejemplificada en la figura 9, la cual muestra su empleo durante un curso de Cálculo en la Universidad de Colima.

Se han desarrollado otras estrategias novedosas para el aprendizaje de las matemáticas, como el uso de las matemáticas recreativas para proveer al estudiante con problemas

matemáticos no triviales pero que tienen un enfoque recreativo. Entre ellos destacan los trabajos de Schaffer y Douglas (2004) y Averbach y Chein (2000), quienes las emplearon para cursos de matemáticas de nivel Superior.

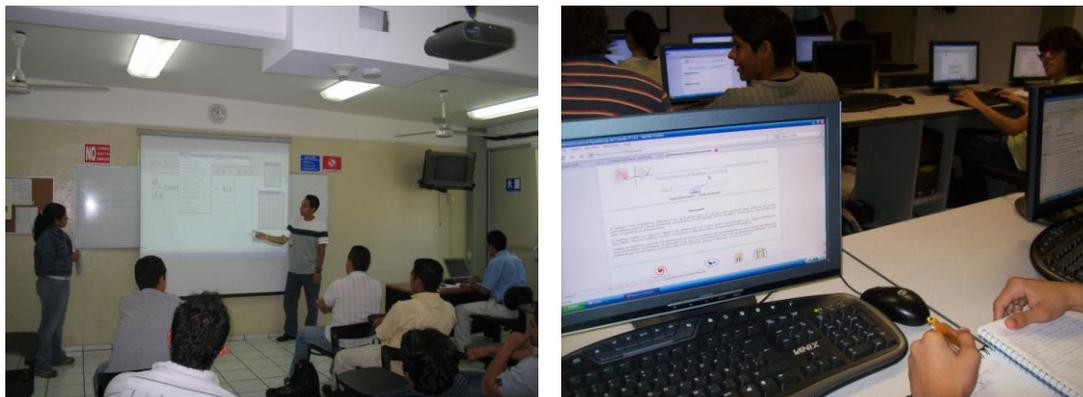


Figura 9: El uso de la tecnología como apoyo en cursos de matemáticas.

La Universidad Pedagógica Nacional (UPN) ha incluido calculadoras programables en el nivel Primaria (Cedillo, 2005). Pero de la misma manera que en los casos anteriores, hace falta un seguimiento más concreto para verificar su impacto y demostrar que esta intervención favorece el aprendizaje de los estudiantes en el área de las matemáticas.

Una estrategia que sirve de alternativa al enfoque tradicional, la podemos encontrar en el trabajo de López-Morteo y López (2007), en donde se presenta un enfoque con matemáticas recreativas y el uso objetos de aprendizaje en un ambiente electrónico de aprendizaje. La investigación se centró en el estudiante de nivel bachillerato, analizando los aspectos emotivos relacionados con el aprendizaje de las matemáticas, empleando objetos de aprendizaje interactivos. Los resultados obtenidos fueron muy alentadores, pues los estudiantes manifestaron sentirse motivados para aprender matemáticas después de asistir a un curso corto en donde se empleó un ambiente de aprendizaje electrónico y los objetos de aprendizaje mencionados. Como una característica particular, estos objetos de aprendizaje están diseñados para emplear metodologías de aprendizaje orientadas a la resolución de problemas aprovechando los elementos de interactividad que aporta la computadora al material educativo. La figura 10, muestra un ejemplo de uno de los objetos de aprendizaje

con enfoque recreativo. Se ilustra el “Juego del 24”, en el cual el estudiante tiene que acomodar cuatro números, los cuatro operadores aritméticos y posiblemente paréntesis, para que al operarlos en su conjunto el resultado sea igual a 24. Se juega contra reloj y existe la opción de que el estudiante indique que no hay solución al problema planteado. El objetivo de esta actividad es que el estudiante practique su agilidad mental, además de ilustrar que es posible que la respuesta “no hay solución” sea una respuesta válida para la situación que se presenta.

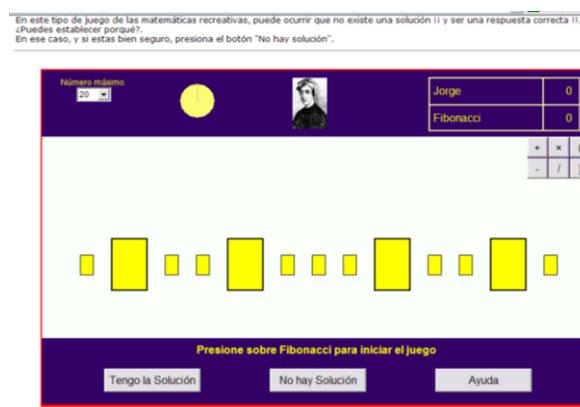


Figura 10: Ejemplo de un objeto de aprendizaje interactivo de apoyo al aprendizaje de matemáticas.

En conformidad a lo expresado en Silva (2006), se ha observado en general un bajo rendimiento en el aprendizaje de las matemáticas en los cursos básicos del nivel superior, posiblemente debido al cambio de un nivel a otro, deficiencias en los cursos previos y a metodologías de aprendizaje inapropiadas. Esto probablemente contribuya de manera significativa en los problemas que dan origen a los altos índices de deserción y reprobación ya mencionados.

A partir del diagnóstico presentado, resulta evidente la necesidad de tomar acciones que consideren nuevos esquemas de aprendizaje, destacando entre ellos los que incluyen a las tecnologías de información y las computadoras.

Aunque los diversos enfoques del aprendizaje de las matemáticas mencionados han demostrado su valía, y en algunos casos el impacto directo en el aprendizaje de los estudiantes, para extender su uso entre la comunidad del nivel Superior, se considera importante conocer la percepción que tienen los profesores respecto a la adopción de nuevos modelos de enseñanza en su práctica común y el apoyo de equipo computacional.

Por lo expuesto aquí, además de otras acciones que se comentan más adelante, en este trabajo se diseñó un instrumento que tiene el propósito de recabar los comentarios y percepciones de los profesores del nivel universitario con respecto de los problemas que ellos distinguen cuando enseñan en los cursos de matemáticas de los primeros años de los programas de estudios del nivel Superior en México, a través de un instrumento desarrollado con este objetivo. Esto con el propósito de identificar mejor las necesidades específicas y contextualizar el panorama de solución respecto al problema que se aborda en el presente proyecto. El desarrollo del instrumento, su validación y los resultados del mismo se describen en el siguiente capítulo.

## **Capítulo III**

---

### **VALORACIÓN DE ACTIVIDADES DOCENTES**

---

Una serie de resultados y consideraciones expuestas en el capítulo anterior, ponen en evidencia algunos problemas asociados con la educación universitaria en ciencias e ingeniería en nuestro país. Se distinguen los relacionados con los altos índices de reprobación y deserción, bajo rendimiento académico de los estudiantes en los primeros semestres de sus carreras (particularmente en las áreas de ingeniería) y la existencia de cursos de matemáticas en los cuales se tienen mayor incidencia de reprobación. Ahora, se pretende conocer directamente la percepción de los maestros universitarios de las carreras de ciencias e ingenierías sobre estos problemas. Además, se busca conocer su impresión, sobre diferentes aspectos del proceso educativo de acuerdo a su experiencia, incluyendo las que tienen que ver con el uso de las Tecnologías de Información en sus cursos. Con este propósito, se desarrolló un instrumento en forma de una encuesta dirigida a profesores de matemáticas del nivel Superior en el país. En este capítulo, se muestra el diseño del instrumento incluyendo su validación estadística, así como los resultados encontrados y una discusión de los mismos. La información adquirida y el análisis de la misma, establecen directrices y sugieren las bases del desarrollo posterior.

#### **III.1 Diseño y valoración del cuestionario**

Cualquier investigación cuyo propósito esté dirigido a recabar información de cierta población, requiere la elaboración de instrumentos para medir las variables de interés. En

este trabajo se elaboró un instrumento basado en un cuestionario, con la intención de recabar la opinión del profesor con respecto a su percepción sobre los problemas que identifican en los cursos de matemáticas del nivel superior. A este cuestionario se le denominó VEAD: Valoración Estratégica de Actividades Docentes.

El proceso que se realizó para el diseño del instrumento consistió en las siguientes acciones:

- Enlistar las variables de interés: enseñanza, problemas de aprendizaje, material de enseñanza, recursos tecnológicos, fracaso escolar, objetos de aprendizaje, entre otras.
- Elaborar los enunciados del instrumento.
- Indicar el nivel de medición de cada enunciado y establecer la forma para codificarlos.
- Realizar pruebas piloto para identificar problemas en la comprensión de las instrucciones y de los enunciados.
- Establecer la confiabilidad y la validez del instrumento de medición.
- Finalmente, modificar, ajustar y mejorar el instrumento de acuerdo a los indicadores de confiabilidad y validez.

Cuando se busca medir características psicológicas o sociológicas, opinión y/o grados de afinidad, es importante que los instrumentos sean altamente confiables, se sustenten en pruebas de validez y sean piloteados cuantas veces sea necesario. Se han llevado a cabo diversos estudios (Bertoli, 2005; Espinosa y Román, 1998; Massof, 2004; Van Laerhoven *et al.*, 2004), para establecer la mejor técnica que permita obtener resultados consistentes sobre lo que se quiere medir, ya sea el relacionado con el aspecto afectivo o con la actitud. Estos estudios, muestran que la escala de Likert es la que mejor cumple con este propósito y es una de las que ha tenido una mayor aceptación entre la comunidad científica. Esta escala presenta una lista de afirmaciones respecto a un tema sobre las cuales el individuo expresa su grado de concordancia de acuerdo a 3, 5 ó 7 niveles, dependiendo del nivel de especificidad que se requiera. Esta técnica necesita que se realice una prueba de análisis de

reactivos con el objetivo de que se determinen a los mejores discriminadores (Sommer y Sommer, 2001), y rechazar aquellos que tienen bajo poder de discriminación, procurando mantener un equilibrio entre reactivos favorables y desfavorables.

Considerando un nivel de especificidad mediano, en las preguntas del cuestionario desarrollado se determinó que las opciones de respuesta fueran en 5 categorías de acuerdo a la escala Likert ordinal, asignándoles un valor del 5 al 1 respectivamente, para los reactivos favorables:

totalmente de acuerdo.....5  
 de acuerdo .....4  
 neutral .....3  
 en desacuerdo.....2  
 totalmente en desacuerdo...1

En la sección en donde se reportan los resultados del instrumento VEAD, se muestran los porcentajes de las respuestas de los profesores a en cada una de las categorías. Se incluye además, el promedio en escala Likert, el cual se calcula de la siguiente manera,

$$\text{Promedio en Escala Likert} = \left( \frac{\#(TA)*5 + \#(A)*4 + \#(N)*3 + \#(D)*2 + \#(TD)}{\#(TA) + \#(A) + \#(N) + \#(D) + \#(TD)} - 1 \right) * 25,$$

donde:

$\#(TA)$  es la cantidad de profesores que están totalmente de acuerdo  
 $\#(A)$  es la cantidad de profesores que están de acuerdo  
 $\#(N)$  es la cantidad de profesores que seleccionaron neutral  
 $\#(D)$  es la cantidad de profesores que están en desacuerdo  
 $\#(TD)$  es la cantidad de profesores que están totalmente en desacuerdo

El proceso para medir la confiabilidad del instrumento, se realizó considerando lo establecido en Garrison, Cleveland-Innes y Fung (2004), en donde se establece que la

medición de la consistencia interna de los cuestionarios es el camino más habitual para estimar la fiabilidad de los instrumentos.

Uno de los indicadores ampliamente usado en trabajos de investigación es el Alfa de Cronbach (Bland y Altman, 1997; Chilton y Hardgrave, 2004; Ledesma *et al.*, 2002; Merino y Lautenschlager, 2003). Este indicador estima el límite inferior del coeficiente de fiabilidad y se expresa como,

$$\alpha = \left( \frac{n}{n-1} \right) \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^n S_i^2}{S_{sum}^2} \right) \dots\dots\dots (1)$$

donde  $n$  es el número de preguntas de la prueba,  $S_i^2$  es la varianza de la  $i$ -ésima pregunta y  $S_{sum}^2$  es la varianza total de la prueba. Como se establece en Ledesma *et al.* (2002), este coeficiente mide la fiabilidad del cuestionario, el cual depende de la longitud de la prueba y de la covarianza entre sus preguntas.

Después de 4 estudios piloto con el grupo de evaluación, se eliminaron los enunciados y preguntas que presentaban poca coherencia, repetibilidad o inconsistencia, además de reescribir los enunciados que a juicio de los evaluadores no quedaban claros. Al final quedaron un total de 46 enunciados. El cuestionario completo se presenta en el apéndice A.

El cálculo del coeficiente Alfa de Cronbach (ecuación 1), se obtuvo mediante los estudios piloto donde participaron 7 profesores. De acuerdo con diversos estudios (Bland y Altman, 1997; Ledesma *et al.*, 2002; Merino y Lautenschlager, 2003), donde se indica que un valor de  $\alpha > 0.8$  indica alta consistencia interna entre las preguntas y por lo tanto una alta confiabilidad de la prueba. El valor obtenido del coeficiente de fiabilidad del instrumento final fue de  $\alpha = 0.8726$ , lo cual indica una alta confiabilidad.

### **III.2 Diseño final del cuestionario**

El cuestionario final (que se encuentra completo en el Apéndice A), se dividió en las siguientes secciones:

- Datos generales de los profesores. Esta sección tiene el propósito de caracterizar al profesorado que contestaron la encuesta. Se les solicitó llenar 17 datos, de los cuales algunos eran opcionales: Nombre (Op), edad, género, escolaridad, materias que impartió en el último año, correo electrónico (Op), datos de la institución, número de horas de que imparte, etc.
- Información sobre los elementos esenciales del proceso educativo que se promueven en los cursos de matemáticas del nivel superior. Se pretenden identificar los aspectos educativos a los cuales los profesores les dan más importancia. En esta sección se plantearon 6 enunciados con respuesta en escala Likert.
- Percepción de los profesores acerca de sus estudiantes en sus cursos de matemáticas. Particularmente, los asociados a los problemas que ellos enfrentan en la enseñanza, las bases de los estudiantes y el empleo de actividades lúdicas en su práctica docente. Esta sección consta de 8 enunciados con respuesta en escala Likert.
- Conocimiento sobre material en el que se emplean juegos o actividades recreativas como estrategia didáctica en la enseñanza. Una pregunta con respuesta dicotómica.
- Percepción sobre la aplicación de actividades recreativas en la enseñanza. Esta sección tiene el propósito de conocer la opinión de los profesores sobre los aspectos didácticos que se fomentarían en los estudiantes al utilizar herramientas didácticas basadas en juegos o actividades recreativas en sus cursos de matemáticas. Esta sección consta de 7 afirmaciones con respuesta en escala Likert.

- Opinión sobre si el aprendizaje se fortalece al utilizar medios tecnológicos en la enseñanza. Una pregunta con respuesta escala Likert.
- Opinión sobre la formación de los estudiantes al inicio de sus cursos. Esta sección tiene el propósito de conocer la opinión de los profesores sobre deficiencias académicas específicas que presentan sus estudiantes y sobre la capacidad de los mismos para realizar procesos elementales que se desarrollan en cursos de matemáticas del nivel medio superior. La sección consta de 14 enunciados con escala de respuesta Likert de excelente a pésimo.
- Disponibilidad de equipo y material para impartir su clase. Tiene el objetivo de conocer el equipamiento tecnológico con el que cuentan los profesores de este nivel educativo. Esta sección consta de 2 enunciados con respuesta dicotómica y una libre.
- Medios tecnológicos que interesan a los profesores para emplear como apoyo didáctico. En esta sección se plantean 14 posibilidades no excluyentes.
- Los recursos electrónicos que desearía tener para su práctica. Se desea recabar información de que tanto quisieran los profesores utilizar recursos electrónicos específicos, como son: ambientes de aprendizaje en línea o materiales en CD para sus clases, para asesoría académica y/o preparación de material. Se propusieron 6 opciones con escala de respuesta Likert.
- Grado de concordancia respecto a si la deserción en las ciencias e ingenierías está ligado a los problemas que enfrentan los estudiantes en sus cursos de matemáticas. Una pregunta, con respuesta en escala Likert.
- Finalmente se dejó un espacio amplio para comentarios y observaciones.

Una vez terminado el diseño del cuestionario, se implementó en línea para ser aplicado por Internet, disponible a partir de diciembre 2005. Los datos que se reportan fueron los obtenidos por un periodo de 6 meses. En la figura 11, se muestra la interfaz del sitio Web del cuestionario, el cual estuvo disponible en <http://docente.ucol.mx/~encuesta/>. Los resultados se almacenaron en una base de datos, para su análisis, los cuales se describen y discuten en la siguiente sección.

Se envió la invitación para contestar el cuestionario vía correo electrónico a profesores y coordinadores de carreras de ingeniería, de los 32 Estados en México de varias universidades de educación superior del país (de una lista de aproximadamente 500 profesores y 43 coordinadores de carrera).



El objetivo de este estudio es conocer la opinión de los docentes respecto a la problemática en los primeros cursos de Matemáticas del Nivel Superior, así como determinar necesidades para la elaboración y uso de materiales didácticos como apoyo al proceso enseñanza-aprendizaje; por lo cual le agradezco de antemano su tiempo.

María Andrade

La encuesta está conformada por una serie de enunciados y se considera en promedio de 15 a 20 minutos para completarla.

- Datos generales.

Nombre(s) de la(s) materia(s) que impartió en el último año:

Duración de la(s) materia(s):  Semestral  Trimestral Otro(s)

Nombre del profesor(a) (opcional):

Edad:

Figura 11: Pantalla que muestra parte del cuestionario en línea.

### III.3 Resultados del cuestionario VEAD

El cuestionario fue contestado por 145 profesores de 26 estados del país. Los resultados que se reportan son de los cuestionarios contestados por un periodo de 6 meses. Dado que el grupo de profesores a los que se envió la invitación era heterogéneo, el número de profesores que respondieron la encuesta se considera como una muestra representativa (Hernández *et al.*, 2004). Para este caso, se considera que la heterogeneidad se debe a la

ubicación geográfica de los profesores y por ser de diferentes instituciones, tanto públicas como privadas. Aunque ciertamente en términos de uso de tecnología podrían considerarse homogéneos pues el llenado del instrumento lo hicieron por internet.

Para verificar que la cantidad de cuestionarios contestados son representativos de la población a la que se envió la solicitud de llenado del instrumento, el valor de la muestra se obtuvo de la siguiente manera. Se consideró un valor de  $N=500$ , un valor  $E=0.07$  como nivel de precisión,  $p=0.8$  para la probabilidad de que los profesores contesten positivamente el instrumento,  $q=0.2$  como la probabilidad de que los profesores contesten negativamente el instrumento y  $Z=1.96$  que es el valor correspondiente de la distribución normal con un nivel de confianza de 95% y un nivel de significancia o riesgo de 5%. Con estos datos se empleó la ecuación 2, para determinar el valor de la muestra.

Este procedimiento se aplica cuando la población es pequeña, menos de 5,000 sujetos, cuando se aplica a varios grupos entre los que se fijará la prueba y cuando se aplica un cuestionario con muchas preguntas, generalmente mayor o cerca de 50 (Hernández *et al.*, 2004; Rojas-Soriano, 1995).

$$n = \frac{\frac{Z^2 pq}{E^2}}{1 + \frac{1}{N} \left( \frac{Z^2 pq}{E^2} - 1 \right)} \dots\dots\dots (2)$$

donde  $n$  denota el valor de la muestra,  $Z$  es el valor asociado en la distribución normal estándar para el nivel de confianza,  $pq$  es la variabilidad del fenómeno,  $E$  es el nivel de precisión y  $N$  es el tamaño de la población (Rojas-Soriano, 1995).

Con esos datos, el valor de  $n$  que se obtuvo fue  $n=141.01$ , por lo que 141 profesores es el tamaño adecuado por recuperar de los cuestionarios enviados. También se calculó el valor de  $n$  suponiendo una población mayor de 5,000 y el valor de la muestra calculada con

factor de corrección finito o muestra corregida arrojó un resultado de  $n=100.4$  sujetos. Por lo que el hecho de que 145 profesores contestaran el instrumento queda por arriba de los valores calculados o esperados y se considera que la muestra es representativa.

Del total de profesores de los 26 estados del país que llenaron la encuesta, lo que representa el 81.2% del total de estados. El 59.3% labora en instituciones públicas, mientras que el 56% de los profesores imparten cursos en la etapa básica de la carrera. Los profesores que contestaron el instrumento, reportaron que entre los cursos que imparten con más frecuencia se encuentran: Cálculo I, II y III, Álgebra, Matemáticas Básicas, Cálculo Integral. El promedio de calificaciones que obtuvieron sus estudiantes, en los cursos reportados durante el último año, fue de 6.65 en una escala de 0 a 10.

Las opiniones de los profesores, acerca de aspectos relevantes del proceso educativo que se fomentan en los cursos de matemáticas del nivel superior, se muestran en la tabla VI. Si bien la mayoría de los profesores están de acuerdo en que durante los cursos de matemáticas se fomenta la importancia del aprendizaje (enunciado 2), resulta interesante que no apoyan los enunciados en donde se tratan aspectos que tienen que ver con la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje de las matemáticas (aserciones 5 y 6 de la tabla, pues en promedio están de acuerdo apenas un 45% en promedio). Incluso el énfasis en el conocimiento técnico (enunciado 3) obtuvo una valoración mayor que la de estos aspectos, aunque tampoco parecen creer que se fomente mucho este aspecto. El grado de concordancia con la promoción de otros elementos esenciales del proceso educativo tampoco es muy fuerte; particularmente la importancia de la enseñanza (enunciado 1), pues tan solo 68% mostraron concordancia con este aspecto (completamente de acuerdo el 22.1% y de acuerdo el 45.5%). Por otra parte, los profesores muestran un alto grado de aceptación hacia la aseveración de que se fomenta el desarrollo de aptitudes matemáticas (enunciado 4). Esto puede tener una relación directa con los procesos que más énfasis se dan en esta etapa de preparación de los estudiantes y que los profesores consideran relevantes.

Tabla VI. Percepción del profesorado sobre los aspectos que se fomentan en sus cursos de matemáticas del nivel superior.

		Completa- mente de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuer- do	Completa- mente en desacuerdo	Promedio en escala Likert
1	La importancia de la enseñanza	22.1%	45.5%	24.1%	6.3%	2.0%	69.8%
2	La importancia del aprendizaje	53.1%	32.4%	8.9%	3.5%	2.1%	82.8%
3	El énfasis en el conocimiento técnico	28.9%	36.6%	17.2%	8.9%	8.3%	67.2%
4	El desarrollo de aptitudes matemáticas	48.9%	37.9%	5.5%	3.5%	4.1%	81.0%
5	El énfasis en que los estudiantes disfruten al aprender matemáticas	23.4%	21.4%	29.7%	17.2%	8.3%	58.6%
6	El que los estudiantes desarrollen un verdadero interés por las matemáticas	18.6%	27.6%	29.6%	18.0%	6.2%	59.5%

Tomando en consideración el aspecto relacionado con la capacidad de aprender matemáticas y darle un significado a lo aprendido, en la afirmación del enunciado 9 de la tabla VII, se aprecia que la mayoría de los profesores (87.1% de promedio en escala Likert) opinaron estar de acuerdo en que a los estudiantes se les dificulta aplicar los conceptos que se tratan en los cursos de matemáticas, siendo consistente con lo respondido en la asección 10 de la misma tabla, en donde se cuestiona sobre la facilidad de relacionar nuevos conceptos con los ya aprendidos. Se observa un comportamiento interesante en las respuestas relacionadas con el uso de elementos nuevos y enfoques innovadores para el aprendizaje empleando para ello matemáticas recreativas. A partir de los porcentajes asociados a las asecciones 11, 12, 13 y 14, puede deducirse que los profesores perciben que el uso de las matemáticas recreativas en el aula, puede ser una herramienta valiosa para apoyar el aprendizaje de los estudiantes. Una cantidad considerable de profesores (casi el 40%), estuvieron en desacuerdo en que los estudiantes consideran a las matemáticas como un área que le permite explorar nuevas ideas (enunciado 7), lo cual quizá tenga relación directa con los problemas que ellos enfrentan en sus cursos. En general, los profesores están de acuerdo en que los estudiantes cuando aprenden matemáticas las perciben como conocimiento abstracto (enunciado 8), ya que así lo manifestó el 75% de ellos.

Tabla VII. Percepción del profesorado sobre aspectos de los estudiantes durante los cursos de matemáticas del nivel superior.

		Completa- mente de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuer- do	Completa- mente en desacuerdo	Promedio en escala Likert
7	Los estudiantes consideran a las matemáticas como un área que les permite explorar nuevas ideas	13.8%	26.2%	20.7%	32.4%	6.9%	51.9%
8	Los estudiantes cuando aprenden matemáticas las perciben como conocimiento abstracto	35.2%	40.0%	9.7%	9.7%	5.5%	72.5%
9	A los estudiantes se les dificulta aplicar los conceptos que se tratan en los cursos de matemáticas	60.0%	32.4%	4.1%	2.8%	0.7%	87.1%
10	En los cursos de matemáticas, los estudiantes relacionan con facilidad los nuevos conceptos con los ya aprendidos	8.9%	27.6%	17.2%	34.5%	11.7%	46.8%
11	Los estudiantes construyen conocimiento matemático a partir de conceptos aprendidos en sus cursos de matemáticos	9.7%	26.2%	22.7%	26.9%	14.5%	47.4%
12	Los juegos en donde se aplican conceptos matemáticos ayudan a la comprensión de tales conceptos	53.8%	31.0%	10.3%	2.8%	2.1%	82.9%
13	El empleo de las matemáticas recreativas fortalece el proceso de enseñanza-aprendizaje	58.6%	26.2%	11.0%	2.1%	2.1%	84.3%
14	Los estudiantes se divierten tratando de resolver problemas matemáticos con actividades basadas en juegos o actividades recreativas	43.4%	31.1%	19.3%	4.1%	2.1%	77.4%

Los resultados de la tabla VIII, muestran las opiniones de los profesores sobre los aspectos que se fomentarían en el estudiante si impartiera su curso con herramientas didácticas basadas en juegos o actividades recreativas orientadas a las matemáticas. Los profesores ubicaron en primer término el gusto por las matemáticas (enunciado 17), ya que el 86% del promedio en escala Likert estuvo de acuerdo. En segundo lugar el aprendizaje (enunciado 18), que corresponde al 84% en promedio escala Likert y en tercer término la confianza en su capacidad para resolver problemas (enunciado 16), con una valoración en escala Likert del 82%. Estos resultados reflejan un comportamiento inverso con respecto a su apreciación sobre los aspectos que se fomentan en los cursos de matemáticas del nivel superior (enunciados 9, 13 y 12). Es decir, los profesores opinaron que el empleo de actividades recreativas para el aprendizaje de las matemáticas impactaría directamente en los aspectos emotivos, los cuales son considerados en un segundo término con respecto al conocimiento

técnico. Incluso cuando casi la tercera parte de los profesores expresó que no conocían material didáctico en el que se emplean juegos o actividades recreativas como estrategia didáctica en la enseñanza (31% contestó en el enunciado 15 que no conocía material de este tipo), hay un consenso respecto a que ven a las matemáticas recreativas como recursos o fortalezas que apoyen diferentes aspectos de la educación en matemáticas. Es interesante notar que algunos de estos enunciados se relacionan de manera importante con lo expresado por los profesores en la sección anterior. Los enunciados del 19 al 22, tuvieron también una valoración alta (todos por encima del 78% de concordancia de promedio escala Likert). Esto de alguna manera sugiere que los profesores estarán de acuerdo en que la aplicación de estrategias didácticas basadas en juegos o actividades recreativas mejorará varios aspectos del proceso enseñanza-aprendizaje en sus cursos.

Tabla VIII. Opinión de los profesores sobre qué elementos se fomentarían en sus estudiantes si impartiera su curso con herramientas didácticas basadas en juegos o actividades recreativas.

		Completa- mente de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuer- do	Completa- mente en desacuerdo	Promedio en escala Likert
16	La confianza en su capacidad para resolver problemas	46.6%	42.2%	6.0%	3.5%	1.7%	82.1%
17	El gusto por las matemáticas	56.0%	34.5%	8.6%	0%	0.7%	86.1%
18	El aprendizaje	50.0%	37.9%	9.5%	1.7%	0.7%	83.6%
19	Curiosidad para aprender por su cuenta	53.5%	23.3%	18.1%	2.6%	1.7%	80.5%
20	Capacidad para promover otras estrategias	45.6%	29.1%	20.1%	3.5%	1.7%	78.4%
21	Competencia	44.8%	31.0%	21.6%	0.9%	1.7%	79.1%
22	El aplicar los conocimientos matemáticos adquiridos para resolver problemas	46.6%	35.3%	12.9%	1.7%	3.5%	79.9%

Con relación a su opinión respecto a que el aprendizaje de las matemáticas se verá fortalecido si se utilizan medios tecnológicos adecuados basados en computadora, el 86.2% manifestó estar totalmente de acuerdo o de acuerdo, 8.6% neutral y 5.2% en desacuerdo.

Se les preguntó a los profesores cómo consideraban la formación que los estudiantes presentaban al inicio de sus cursos con respecto a varios tópicos matemáticos. Los resultados a esta pregunta se presentan en la tabla IX. En esta parte, se incluyó en la tabla al

elemento de la escala ordinal que más valores tuvo y que corresponde al de “entre regular y muy mal”. Se observa claramente cómo la gran mayoría de los profesores tienen una percepción de las deficiencias de conocimiento matemático de los estudiantes, así como de algunas de las habilidades que ya deberían haberse formado durante los niveles educativos anteriores (enunciados 25, 26-29). La percepción del profesorado de que los estudiantes tienen deficiencias importantes coincide con las tendencias negativas mostradas en las evaluaciones PISA (OCDE, 2003), mencionadas anteriormente. Basado en la experiencia personal como profesora de matemáticas, se considera elemental que los estudiantes tengan, como mínimo, buenas bases en los aspectos 23 al 28 y reforzar en todos los cursos los aspectos del 34 al 36.

Los resultados de la sección sobre las competencias de los estudiantes universitarios, tienen un efecto directo en el diseño y desarrollo de los contenidos del sistema desarrollado. Los primeros 5 enunciados (23-27) son parte de la formación que se esperaba fuera cubierta satisfactoriamente en los cursos de los últimos dos años del nivel primaria y durante su educación secundaria. En estos enunciados, 60-70% de los profesores eligieron las categorías de entre regular a mal. Los siguientes 4 enunciados (28-31) corresponden a conceptos que se aprenden en la preparatoria y usualmente son reforzados en el primer curso de matemáticas en algunos programas universitarios, éstos fueron señalados por los profesores con alto porcentaje entre regular a mal, aunque el enunciado 31 salió con una ponderación mucho mayor (89% entre regular y muy mal). Las respuestas a los enunciados correspondientes a cursos básicos de Cálculo (enunciados 32 y 33) son ponderadas también como muy mal. Las repuestas a los enunciados 34-36, son consistentes con lo expresado anteriormente, pues en promedio obtuvieron una valoración de 87% en la categoría entre regular y muy mal.

Tabla IX. Opinión de los profesores de las competencias de los estudiantes universitarios en diferentes temas de matemáticas

		Excelente	Bueno	Regular	Mal	Muy mal	Entre regular y muy mal
23	Capacidad para hacer cálculos aritméticos básicos sin utilizar calculadora	6.2%	9.7%	39.9%	33.1%	11.0%	84.0%
24	Operaciones con fracciones	8.3%	14.5%	26.9%	34.5%	15.9%	77.3%
25	Operaciones algebraicas (incluyendo simplificación, potenciación, radicalización, racionalización, etc.)	4.8%	12.4%	40.0%	29.7%	13.1%	82.8%
26	Desarrollo de productos notables y factorización de expresiones algebraicas	5.5%	18.6%	36.6%	31.7%	7.6%	75.9%
27	Geometría básica y trigonometría	8.5%	14.6%	38.5%	26.9%	11.5%	76.9%
28	Geometría analítica a nivel preparatoria	9.7%	18.6%	31.0%	31.7%	9.0%	71.7%
29	El sistema de los Números Reales (los racionales e irracionales, valor absoluto, continuidad de la recta, etc.)	7.6%	18.9%	44.7%	19.7%	9.1%	73.5%
30	Funciones y sus gráficas (incluyendo conceptos como asíntotas, continuidad, funciones inversas y compuestas, etc.)	3.4%	20.6%	35.2%	27.6%	13.2%	76.0%
31	Conocimiento de las propiedades específicas de las funciones trigonométricas, exponencial y logarítmica	2.8%	8.2%	36.8%	30.4%	21.8%	89.0%
32	Manejo y aplicación de fórmulas para derivar e integrar	2.1%	22.9%	24.6%	33.2%	17.2%	75.0%
33	Interpretación geométrica de la derivada y de la integral	1.4%	18.6%	33.1%	36.3%	10.6%	80.0%
34	Capacidad para interpretar los enunciados de planteamientos matemáticos	2.8%	9.2%	29.7%	33.1%	25.2%	88.0%
35	Aplicación de los conocimientos matemáticos en un contexto práctico	2.1%	11.9%	26.9%	31.5%	27.6%	86.0%
36	Capacidad de plantear estrategias para resolver problemas	2.1%	11.9%	30.1%	33.8%	22.1%	86.0%

Sin duda para llevar a cambio nuevas estrategias apoyadas con tecnología es necesario contar con ella, para lo cual se les preguntó la disponibilidad de computadoras, conectividad a Internet y otros elementos auxiliares para impartir sus cursos. Los resultados indican que la gran mayoría cuenta con este tipo de recursos, en donde el 90.3% dispone de computadora, el 87.5% tiene acceso a servicios de Internet, y el 84.7% dispone de proyector multimedia, como se muestra en la tabla X.

Tabla X. Disponibilidad de equipo computacional y periférico en el salón de clases.

	Sí	No
Computadora	90.30%	9.70%
Acceso a Internet	87.50%	12.50%
Proyector	84.70%	15.30%

La necesidad de contar con recursos tecnológicos que apoyen el aprendizaje de las matemáticas ha dado oportunidad a que se busquen alternativas innovadoras basadas en aprendizaje asistido por computadora, y así lo manifiesta el 82.6% de los profesores que están de acuerdo en que el aprendizaje de las matemáticas en este nivel se verá fortalecido si se utilizan medios tecnológicos adecuados. La tabla XI muestra el porcentaje de los recursos tecnológicos que los profesores indicaron que emplearían durante sus cursos. Según los datos recabados, parece indicar que los profesores prefieren el material educativo que puede ser empleado en el salón de clases, más que aquellas herramientas que son más utilizadas en modelos de aprendizaje en línea o mixtos, lo cual concuerda con el modelo educativo en el que comúnmente se desempeñan.

Tabla XI. Recursos tecnológicos que los profesores prefieren disponer para sus cursos de matemáticas.

CD-ROM interactivo	75.7%
Simulaciones	75.0%
Páginas web con materiales multimedia	72.2%
Páginas web con programas ejecutables en tiempo real	71.5%
Animaciones	68.8%
Programas interactivos	63.9%
Sitios web especializados	56.9%
Laboratorios virtuales	51.4%

Los resultados de preguntarles a los profesores sobre qué herramientas tecnológicas podría utilizar o le gustaría disponer y para qué lo emplearía, se muestran en la tabla XII. El 89% contestó que un ambiente de aprendizaje en línea para impartir clases, 79.8% indicó que materiales en CD para impartir clases, el 76.7% un entorno en línea para asesoría. Sin embargo, se debe tener cuidado al interpretar estas respuestas, ya que quizá sea necesario saber con mayor detalle las razones por las cuales seleccionaron estas opciones, especialmente si han tenido alguna experiencia del uso en la educación de este tipo de herramientas, y si realmente conocen el modelo educativo que su uso implica. Precisamente, el motivo principal por el que se les hizo esta pregunta fue conocer su interés por usar un sistema en línea para el proceso enseñanza-aprendizaje de sus cursos y de sus respuestas se analizaría su pertinencia.

Tabla XII. Herramientas tecnológicas que le gustaría disponer en la enseñanza. Los profesores podían seleccionar más de una opción.

Un sistema de aprendizaje en línea	89.01%
CD-ROM con software para desarrollar material didáctico	87.93%
CD-ROM con software para impartir tutoría	80.93%
CD-ROM con software para impartir clase	79.83%
Un ambiente de aprendizaje para el desarrollo de material didáctico	79.31%
Un sitio Web para impartir tutoría	76.72%

Por último, se les preguntó el grado de conformidad que tienen con respecto a que la deserción en el nivel universitario está ligado a los problemas que enfrentan los estudiantes en los cursos de matemáticas. El 81.9% de los profesores dijo estar de acuerdo con esto, aunque hicieron mención de que también puede ser causada por la falta de recursos económicos, por elegir la carrera equivocada, o por carecer de una orientación vocacional adecuada, entre otras causas.

### **III.4 Discusiones acerca de las percepciones de los profesores de la problemática en la enseñanza**

El propósito del estudio que se realizó, fue el de recabar las percepciones y opiniones que tienen los profesores del nivel universitario en el país, con respecto de los problemas del aprendizaje que identifican en sus actividades docentes y otros aspectos del proceso educativo cuando imparten cursos de matemáticas.

De los resultados de la primera sección, en donde se le pregunta a los maestros sobre los aspectos que se fomentan en los cursos de matemáticas del nivel superior, es claro que ellos tienden a privilegiar la importancia del aprendizaje y el desarrollo de habilidades matemáticas por encima de la importancia de la enseñanza, aspecto esencial del proceso educativo. El hecho de que tan sólo el 46% de los profesores estén de acuerdo de que en los cursos se promueve un interés genuino por las matemáticas resulta preocupante.

En otra de las secciones, se encontró que los profesores en este nivel educativo manifiestan una tendencia hacia el conocimiento técnico y tuvo una valoración superior a los aspectos emotivos del aprendizaje, los cuales son considerados como elementos importantes relacionados con la enseñanza-aprendizaje (Kenneth, 1996). Se tiene confianza en que este aspecto se fortalecerá de manera significativa con los nuevos enfoques de enseñanza apoyados con tecnología (Keengwe *et al.*, 2008; Shi y Bichelmeyer, 2007), por lo que si se incluyera dentro de las actividades académicas, existe una buena posibilidad de que el estudiante se vea beneficiado en su aprendizaje y sobre todo, en su actitud.

Con respecto a la capacidad de aprender matemáticas y de darle un significado a lo aprendido, los profesores indicaron que en general los estudiantes tienen problemas para aplicar los nuevos conceptos y ligarlos a los ya aprendidos (tabla VII). Este comportamiento se ha asociado en parte, tanto a la falta de representaciones alternativas del conocimiento matemático como al material didáctico empleado tradicionalmente para la enseñanza de las matemáticas (Boaler, 2009; Szendrei, 1996). Para solventar esta problemática será necesario modificar los modelos educativos, la currícula y buscar otros esquemas de enseñanza que fomenten la asociación de conceptos y promuevan aprendizaje significativo, tal es el caso del empleo de matemáticas recreativas con un enfoque hacia la resolución de problemas como se estuvieron de acuerdo los profesores.

Los profesores coincidieron en que el uso de materiales basados en tecnología permite nuevas oportunidades de enseñanza-aprendizaje en cursos básicos de matemáticas del nivel superior; y consideraron que la incorporación de herramientas didácticas basadas en actividades variadas fortalecerá los aspectos emotivos hacia las matemáticas principalmente en su gusto hacia éstas (90.5%), mejores estrategias en la resolución de problemas (77%) y que sepan aplicar el conocimiento matemático en su propio ambiente (82%) como se reportó en la tabla VIII.

La opinión generalizada de los profesores es que sus estudiantes presentan grandes deficiencias incluso en temas de secundaria y preparatoria (ver tabla IX). Esta situación no es totalmente sorprendente, en parte porque como profesores tenemos una tendencia a delegar responsabilidades a los niveles anteriores de la educación formal. Parte de este trabajo está inspirado en un planteamiento completamente inverso y que representa un esfuerzo para cooperar en el proceso educativo de las matemáticas en el nivel superior, asumiendo los compromisos necesarios. Sin embargo, también es importante reconocer que el país tiene deficiencias educativas importantes como muestran las tendencias negativas de las evaluaciones PISA (OCDE, 2003; OECD, 2006a) y los resultados de la prueba ENLACE (SEP, 2008). Esta situación es una realidad ante la que debemos buscar estrategias integrales para tratar de mitigar los problemas asociados en los diferentes niveles educativos. Otro cuestionamiento que sobresale, es que los profesores opinan que los estudiantes encuentran grandes dificultades para interpretar los enunciados de planteamientos matemáticos, lo cual quizá se deba en parte a que la mayoría de las actividades carecen de sentido o utilidad en su contexto, aunado a debilidades interpretativas de análisis (Zuñiga, 2007) que deberán reforzarse.

Sobre las debilidades que identifican los profesores en los estudiantes es de resaltar sus valoraciones hacia los enunciados del 33 al 36, mostrados en la tabla IX. De cierto modo los tópicos que en estos enunciados se presentan, están incluidos como temas o habilidades en los cursos básicos de Cálculo y que expresan necesidades de fortalecer. Esto es importante, pues da pautas iniciales pero contundentes para el diseño de materiales basados en tecnología, pues los profesores auguran que puede ser una estrategia viable que dará buenos resultados y mejorará muchos aspectos de la enseñanza (86% así lo manifestó), y que están directamente relacionados con los objetivos del presente proyecto.

Los profesores indicaron que una de las posibles soluciones para mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje y ayudar a minimizar la alta reprobación en los cursos de matemáticas, puede ser la de implementar escenarios basados en tecnología para la

enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, esto de acuerdo a los comentarios que escribieron.

La posibilidad de contar con recursos tecnológicos que apoyen el proceso enseñanza-aprendizaje de las matemáticas ha dado oportunidad de que se busquen alternativas innovadoras basadas en el aprendizaje asistido por computadora, pues el 83% de los profesores manifestó que están de acuerdo en que el aprendizaje de las matemáticas se verá fortalecido si se utilizan medios tecnológicos adecuados.

Respecto a los recursos tecnológicos que los profesores emplearían durante sus cursos destacan el uso de CD-ROM interactivo, simulaciones y páginas web con materiales multimedia. Con relación a las herramientas tecnológicas que les gustaría disponer sobresalen en primera instancia los sistemas de aprendizaje en línea, le siguen CD-ROM con software para desarrollar material didáctico y CD-ROM para impartir tutoría.

Dado que se muestra un interés en aplicar los recursos tecnológicos en la enseñanza de sus cursos, es necesario contar con ellos. Se obtuvo que en el salón de clase donde el profesor imparte sus cursos: el 90% de los que contestaron el cuestionario dispone de computadora, el 88% cuenta con acceso a Internet y el 85% tiene proyector; lo cual ya es un factor a favor respecto a la disponibilidad de equipo y material computacional.

Evidentemente el papel de los docentes particularmente en el área de matemáticas está experimentando cambios sin precedentes, marcado por la necesidad de la formación continua en relación con las TIC (Castillo, 2008). A esto se suma la exigencia de hacer frente a necesidades y expectativas de una sociedad en constante evolución que requiere de profesionales mejor capacitados y que respondan adecuadamente a estos cambios, que conozcan sus bondades en el aprendizaje-enseñanza. En este contexto, donde el estudiante es responsable de su propio aprendizaje, también será necesario incluir las medidas que se deben adoptar para que los profesores actualicen sus conocimientos y mejoren su práctica pedagógica en consonancia con los cambios curriculares, con la finalidad de que la creación

y/o adopción de modelos educativos distintos a los tradicionales pueda ser una alternativa viable (Oncu *et al.*, 2008).

Tomando como base las consideraciones anteriores, se requirió la tarea de implementar una herramienta para el curso en el cual se reflejó mayores problemas: el Cálculo. En el siguiente capítulo se muestra el diseño e implementación del ambiente de aprendizaje diseñado para apoyar las clases en cursos básicos de Cálculo del nivel Superior, con contenidos acordes al currículo e incorporación de actividades variadas que promuevan aprendizaje significativo y eleven el aspecto emotivo de los estudiantes hacia el aprendizaje de las matemáticas, condiciones fundamentales para que mejoren su rendimiento académico durante el proceso.

## Capítulo IV

---

### AMBIENTE DE APRENDIZAJE

---

Con lo planteado en los capítulos anteriores, es claro que el aprendizaje de las matemáticas es y ha sido un reto en los diferentes niveles de la educación formal. En particular, es evidente que para el nivel Superior se requieren cambios en los métodos de aprendizaje que permitan al estudiante aprender la utilización de nuevos métodos con los cuales aplique los conocimientos en la solución de los problemas de su entorno y desarrolle actividades interdisciplinarias. Además, tomando en consideración la percepción de los profesores universitarios sobre diferentes aspectos del proceso educativo, en particular el valor que le dan a emplear las TICs en la educación y su disposición para utilizarlas, resulta plausible impulsar el desarrollo de actividades sustentadas por software educativo y de uso general, seleccionados de manera cuidadosa, acordes a las necesidades de los estudiantes y del área misma, pero tomando en cuenta los riesgos que ello implica, como se señala en Khadivi (2006).

En la encuesta que se aplicó, el 86% de los profesores infiere que puede ser una estrategia viable la utilización de materiales basados en tecnología en sus cursos de matemáticas, que dará buenos resultados y mejorará muchos aspectos de la enseñanza. Los profesores indicaron que una de las posibles soluciones para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje y ayudar a minimizar la alta reprobación en los cursos de matemáticas, puede ser la de implementar escenarios basados en tecnología para la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas.

Los resultados descritos anteriormente dieron sustento para la creación de una plataforma de apoyo al aprendizaje de las matemáticas para el nivel superior basada en objetos de aprendizaje, y que correspondan a los tópicos matemáticos que formen parte del currículo

de matemáticas. Para ello, se desarrollaron actividades que fueron puestas a prueba en un entorno escolarizado, buscando evidencias sobre su efectividad en el aprendizaje del estudiante. Una estrategia que se siguió fue la planteada en el trabajo de (López-Morteo y López, 2007).

En este capítulo, se describe el desarrollo de una plataforma computacional de apoyo a la enseñanza de conceptos matemáticos que forman parte de los temarios de las licenciaturas en ciencias e ingenierías. Primero, se describen otros esfuerzos, en particular de ambientes de aprendizaje que presentan características relevantes y que sirvieron para establecer las bases del desarrollo. Se propone un modelo de la unidad didáctica y cómo utilizarlo en la enseñanza, éste generado a partir del diseño instruccional de la plataforma con la que se hizo la experimentación en grupos formales de enseñanza en el nivel Superior.

#### **IV.1 Ambientes de aprendizaje**

Se conciben a los ambientes de aprendizaje como el resultado tanto de la interacción de factores objetivos (físicos organizativos, sociales) como de factores subjetivos (perceptuales, cognitivos, culturales); es decir, siempre formamos parte y estamos inmersos en distintos ambientes, los creamos, los generamos y los vivimos. En este sentido, el ambiente de aprendizaje está constituido por la integración de una propuesta pedagógica que permita generar un ambiente propicio para el logro del aprendizaje (Dondlinger, 2007; Sarfo y Elen, 2007).

En la actualidad los paradigmas de la educación están transformándose de un aprendizaje centrado en la enseñanza a un aprendizaje centrado en el alumno; en la conformación de sociedades del conocimiento, más que de la producción, en modelos educativos flexibles y dinámicos y en la integración de las tecnologías de la información y la comunicación, entre otras; por ellos se hace necesario reconceptualizar la práctica docente, el papel de los estudiantes y el ambiente de aprendizaje en donde se desarrolla el mismo. López-Rayón (2006) señala que para llevar a cabo este proceso se requiere:

- Rediseñar modelos académicos acorde a las tendencias educativas internacionales
- Modificar y reconceptualizar la práctica docente

- Incorporar las TICs en la práctica docente
- Impulsar la creación de comunidades académicas que operen a través de redes de interacción académica
- Desarrollar materiales educativos que faciliten el logro de aprendizajes en las diversas modalidades educativas
- Producir y entregar recursos para el aprendizaje.

Si bien, la integración y el uso de las tecnologías de la información y la comunicación son medios que permiten la creación de ambientes con esas características para que los estudiantes se vean favorecidos por su uso y se logre la mediación del conocimiento entre el maestro y el alumno, es necesario partir de programas o proyectos académicos diseñados para atender problemáticas claramente identificadas. Entre éstos, están cursos curriculares, los que (a su vez) inciden sobre el desarrollo de programas de estudio de carreras completas y de materias con alto índice de reprobación, por mencionar los más importantes. La participación de los docentes es relevante. Esta concepción de desarrollo tecnológico de un ambiente apropiado de aprendizaje coincide con Bryceson (2007), en donde se señala que la creación de escenarios soportados por herramientas tecnológicas, implica desarrollar una metodología didáctica adecuada basada en la selección y planeación de estrategias de aprendizaje identificando las tecnologías que permitan potenciar el logro de los objetivos a alcanzar.

Los ambientes innovadores de aprendizaje ya sean para la modalidad presencial, a distancia o virtual pueden:

- Delimitar los conceptos que se exploran, estudian y aprenden significativamente
- Ser estructurados por los docentes, de tal manera que los estudiantes puedan abordar el aprendizaje de manera sistémica y flexible para permitir la tendencia hacia el aprendizaje autónomo
- Ser propicios al diálogo, la interacción y la reflexión entre los involucrados
- Incorporar herramientas y materiales didácticos basados en las tecnologías de la información y comunicación en el proceso enseñanza aprendizaje

- Permitir al docente aplicar, adaptar y/o crear estrategias y técnicas didácticas haciendo uso de las TICs.

Entre los ambientes de aprendizaje destacan: los tutores inteligentes, los Learning Management System o Sistemas de Gestión de Aprendizaje (LMS) y los Ambientes basados en Instructores Interactivos de Diversiones Matemáticas (AIIDM).

Un tutor inteligente “es un sistema de software que utiliza sistemas inteligentes para asistir al estudiante que requiere de una tutoría uno a uno y lo guía en su aprendizaje, adicionalmente posee una representación del conocimiento y una interface que permite la interacción con los estudiantes para que puedan acceder al mismo” (VanLehn, 1988). Los tutores inteligentes no solo sirven para transmitir el conocimiento, sino también para evaluar los resultados obtenidos por los alumnos. Algunos de ellos siguen el método tutorizado según los estilos de aprendizaje de los estudiantes centrado en el modelado de preferencias de los mismos, lo cual implica diversos ajustes en el diseño de los tutoriales (Cataldi *et al.*, 2005) de acuerdo a las necesidades por las que se genera. En otros casos, estos sistemas permiten mejorar el proceso de aprendizaje ajustando los contenidos y la estrategia pedagógica a las capacidades de los alumnos (Bryceson, 2007).

LMS, Sistema de Gestión de Aprendizaje se considera a un programa o software instalado en un servidor, que sirve para administrar, distribuir y controlar las actividades de formación presencial o e-learning de una organización (Wang, 2007). Las principales funciones del sistema son: gestionar usuarios, recursos y actividades de formación, administrar el acceso, controlar y hacer seguimiento del proceso de aprendizaje, realizar evaluaciones, generar informes, gestionar servicios de comunicación como foros de discusión, videoconferencias, entre otros (Yueh y Hsu, 2008). Además un LMS generalmente no incluye posibilidades de crear sus propios contenidos, pero se centra en gestionar contenidos creados por fuentes diferentes. La labor de crear los contenidos para los cursos se desarrolla mediante un Learning Content Management Systems, Sistema

Gestor de Contenido de Aprendizaje (LCMS). Como ejemplo de LMS están el Moodle<sup>7</sup>, Osiris<sup>8</sup>, Educ<sup>9</sup>, Encoun<sup>10</sup>, por mencionar algunos.

AIIDM (Ambiente basado en Instructores Interactivos de Diversiones Matemáticas) se define como un espacio colaborativo de acción para la transmisión de conocimiento matemático (López-Morteo, 2005). El modelo conceptual diseñado para lograr el intercambio de información entre sus elementos, se basa en un modelo formado por módulos funcionales organizados en capas, los componentes son independientes entre sí, lo cual permite extender la funcionabilidad y administración del sistema. El Ambiente de aprendizaje basado en instructores interactivos de diversiones matemáticas, es un espacio de trabajo convergente y colaborativo, que está diseñado para incrementar la funcionalidad de los IIDM (instructores interactivos de diversiones matemáticas). Su diseño arquitectónico está concebido para servir de contenedor y facilitador para el material educativo representado por los IIDM. En conjunto con los IIDM forma una propuesta educativa e integral, con un alto potencial de uso e implantación para el fomento del aprendizaje de las matemáticas (López-Morteo, 2005).

Por las características mencionadas, se tomaron elementos de los tres modelos presentados así como la estructura de los objetos de aprendizaje para el desarrollo del sistema gestor de aprendizaje.

## **IV.2 Objetos de aprendizaje**

Los objetos de aprendizaje (OA) son una herramienta educativa que puede aprovecharse en propuestas curriculares y metodologías de enseñanza-aprendizaje de muy diversa índole. Un OA es, en primera instancia y a nivel general, “cualquier recurso digital que pueda ser utilizado para favorecer el aprendizaje” (IEEE, 2007). Para Gómez y Hurtado (2008), los OA’s son “elementos de un nuevo tipo de enseñanza basada en computadoras cimentados

---

<sup>7</sup> Moodle: <http://moodle.org/>

<sup>8</sup> Osiris LMS: <http://www.osirislms.com/>

<sup>9</sup> Educ, Plataforma de Educación a Distancia: <http://educ.ucol.mx/educ/>

<sup>10</sup> Encoun, Entorno de Colaboración Universal: <http://encoun.ucol.mx/>

en el paradigma orientado a objetos de las ciencias de la computación. La orientación a objetos valora en alto grado la creación de componentes (llamados objetos) que puedan ser reutilizados en contextos apropiados”.

Entre las características que debe tener un buen objeto de aprendizaje se encuentran:

- tamaño, debe ser el adecuado para ser usado como parte de una lección o módulo
- reutilizable, poseer la capacidad de ser usado en diferentes unidades, o en diferentes actividades de aprendizaje
- accesible, facilidad de localización y de uso
- de impacto, de uso no sólo como parte de un objeto de aprendizaje, sino como complemento de otros objetos de aprendizaje
- durable, el mantenimiento del objeto debe ser bajo
- interoperable, poder usarse en diversas plataformas tecnológicas, o diferentes sistemas de administración de cursos.

Otra definición que se maneja, es que los OA “son entidades digitales computacionales relativamente recientes, que surgen como un concepto dentro de las tecnologías de la información y la comunicación para pasar a formar parte del aspecto educativo de estas tecnologías (Martínez y Rodríguez, 2008)”.

Desde la óptica de la informática, un objeto es un conjunto de datos que por sí solos son capaces de componer un sonido o una imagen en particular, también se le concibe como un grupo de datos que son facilitados por una aplicación y que el usuario es capaz de aprender, pueden ser descritos y clasificados, además de ser objetos cognoscibles que se encuentran dentro del universo digital, que a su vez están constituidos por un conjunto de técnicas simbólicas, lenguajes lógicos e incluso expresiones matemáticas (Martínez y Rodríguez, 2008).

Para Chiappe *et al.* (2007), un objeto de aprendizaje se entiende como una “entidad digital, autocontenible y reutilizable, con un claro propósito educativo, constituido por al menos

tres componentes internos editables: contenidos, actividades de aprendizaje y elementos de contextualización. A manera de complemento, los objetos de aprendizaje han de tener una estructura (externa) de información que facilite su identificación, almacenamiento y recuperación: los metadatos”.

Independientemente de los diferentes acercamientos hacia su definición, los OA presentan características bien definidas: capacidad de autocontenido, estar basadas en un diseño instruccional previo, tener la capacidad de proveer interacción y posibilidad de proporcionar una evaluación con el usuario (éste puede ser un estudiante). Tales características implican el uso de la tecnología (Cruz y López-Morteo, 2008).

En el terreno de la enseñanza, la idea es que se puedan crear componentes educativos reutilizables, de tal manera que los objetos de aprendizaje sean pequeños componentes instruccionales que puedan ser nuevamente utilizados en diferentes contextos de aprendizaje.

Si bien casi cualquier cosa podría ser un objeto de aprendizaje, la cualidad fundamental es que esté presente en éste el sentido o el objetivo del aprendizaje. Lo que formalmente se llama objeto de aprendizaje es un objeto de información al que se le da un objetivo de aprendizaje; varios objetos de aprendizaje se pueden unir y formar alguna unidad del programa del curso y con las unidades construir un curso.

Para realmente poder utilizar y potenciar una OA específico, su diseño y uso debe contar con un marco apropiado, como puede ser un ambiente electrónico.

Sin embargo, a pesar de que la conceptualización y uso de los OA han mostrado ser elementos esenciales en la creación de material didáctico y/o material educativo que se distribuye de manera digital en diferentes proyectos educativos (Chiappe *et al.*, 2007; López-Morteo *et al.*, 2007; Tamar y Rivka, 2008), su uso apropiado y eficiente, depende en gran medida del contexto en el que se usen y las actividades que se asocien como parte de

toda experiencia educativa. El esquema formal que se propone es el de unidad de aprendizaje (UA), cuyo elemento clave es la *actividad o tarea*, que se concibe como uno o más actores (alumnos, profesores) que trabajan para lograr un cierto objetivo educativo en un determinado entorno. El entorno contiene los recursos y los servicios necesarios para realizar la actividad propuesta, pues se considera que los alumnos aprenden realizando actividades en un contexto, en el cual las UA son recursos que permiten o facilitan la tarea.

La visión de una UA es tan amplia como la de los objetos de aprendizaje básicos, ya que se contempla tanto el uso de herramientas o de procesos, como la comunicación entre alumnos o entre alumnos y profesores. La UA es la nueva unidad mínima de intercambio entre sistemas, ya que se considera que si se descompone en sus elementos básicos se pierde el diseño pedagógico que permite alcanzar el resultado deseado. La UA se describe más ampliamente en la sección de Modelo de unidad didáctica.

### **IV.3 El ambiente electrónico PIAC**

Se diseñó un Sistema Gestor de Aprendizaje (LMS por sus siglas en inglés) concebido como una plataforma educativa. El sistema se nombró Plataforma Interactiva de Aprendizaje para el Cálculo (PIAC) y está basada en la plataforma de *JetSpeed*<sup>11</sup>.

*JetSpeed* es una plataforma de escenario abierto, con arquitectura basada en componentes y bajo la licencia de Apache en Java y XML (esquemática en la figura 12). Cuenta con un sistema robusto de acceso a usuarios y control de materiales por el administrador, el cual provee los mecanismos para ejecutar las acciones del portal y el registro de los portlets, además de los mecanismos de importación de contenido en diferentes formatos. A través de *JetSpeed*, se provee el contenedor de portlets (componentes Web hechos en Java y manejado a través de un contenedor que procesa las peticiones de los clientes y produce contenido dinámico) y su interfaz de programación de aplicaciones (API, del inglés *Application Programming Interface*) para el desarrollo de portlets personalizados (Apache.org, 2007).

---

<sup>11</sup> Sitio oficial de *JetSpeed* <http://jakarta.apache.org/jetspeed/>

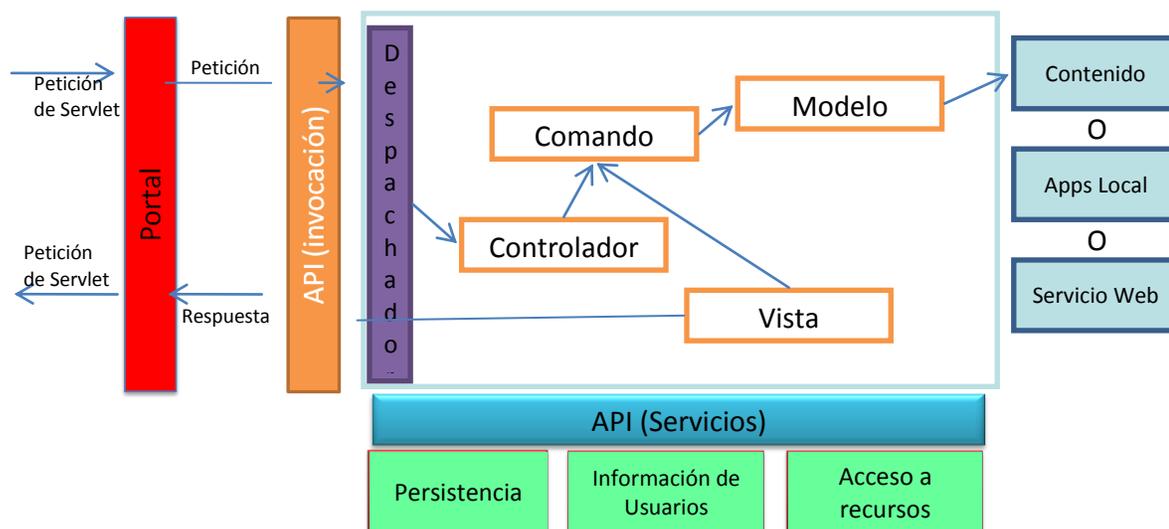


Figura 12: Arquitectura de *JetSpeed*.

A partir de las necesidades de creación del sistema de gestión para el aprendizaje del Cálculo, se establecieron las siguientes funcionalidades para el sistema:

- Creación de contenido: El portal debe administrar el contenido independientemente de la presentación del mismo al usuario final. De esta manera, el profesor centra su atención en el contenido, sin preocuparse de la estructura y la forma en que se presenta al alumno.
- Gestión de contenidos: Permite dar de alta o baja un contenido en los recursos, así como la búsqueda y recuperación de todos los contenidos que se han ido creando y agregando al portal.
- Publicación de contenidos independiente del formato: Permite que se controle la visualización de esas páginas mediante el uso de plantillas previamente creadas y sin que los eventuales cambios de visualización afecten al contenido de las mismas.
- Presentación de contenidos: El portal debe ofrecer la posibilidad de transformar todos los contenidos en documentos con formato HTML, si es que estos documentos se encuentran en un formato distinto, lo que garantiza la compatibilidad con los navegadores web y plataformas que se utilizan. El uso de tecnologías como *java* o *javascript*, es para permitir la inclusión de contenido interactivo con el

propósito de enriquecer la experiencia del usuario, ya que este tipo de tecnologías permiten manejar las páginas HTML tradicionales al incorporarles elementos que definen un comportamiento dinámico en las páginas web.

Cada uno de los componentes de la arquitectura propuesta y sus elementos, esquematizados en la figura 12, se describen a continuación:

- **Servidor:** Tiene como función proporcionar servicios para la gestión y administración del portal, y se compone de los siguientes elementos:
  - Servidor Web: Es un programa que implementa el protocolo HTTP (*hypertext transfer protocol*), el cual pertenece a la capa de aplicación del modelo OSI y está diseñado para transferir lo que se conoce como hipertextos, páginas web o páginas HTML. Su objetivo principal es servir las páginas solicitadas por el usuario a través del portal web.
  - Portal: Es un sitio web cuyo objetivo es ofrecer al usuario, de forma transparente, el acceso a una serie de recursos y de servicios.
  - Recursos: Son las aplicaciones o medios (video, audio, imágenes, OA, IIDM) que se pueden acceder mediante el portal.
- **Cliente:** es una aplicación informática que se utiliza para acceder a los servicios que ofrece un servidor, en la arquitectura propuesta y bajo la tecnología empleada, éstos acceden a los servicios del servidor a través de un navegador web.

### **Características técnicas de la plataforma de soporte al portal web**

Para el desarrollo del sistema, primeramente se establecieron las características a las que se necesitaba dar soporte, para así escoger la plataforma tecnológica más apropiada. Las características requeridas fueron:

- Control de usuarios: Acceso restringido a los recursos del sistema mediante la validación e identificación de usuarios, como medida de seguridad.

- Heterogeneidad: Debe permitir el acceso utilizando medios comunes, sin importar cómo se encuentra compuesto (por *hardware* y *software*), con características operativas distintas entre sí.
- Adaptabilidad: La plataforma no debe relacionarse sólo a la posibilidad de adecuar el contenido a las necesidades del usuario, sino que también tenga la posibilidad de que pueda ser reutilizado.
- Capacidad de compartir recursos: El compartir recursos debe ser de forma transparente tanto para el que solicita el recurso como para el que lo accede.
- Seguridad: El sistema debe contar con un esquema de seguridad, que sea capaz de definir e implementar políticas de seguridad, por ejemplo definición de perfiles de acceso, permisos, etc.

El desarrollo sobre la plataforma *JetSpeed* permite satisfacer todos los requerimientos arriba descritos. Además de las características anteriores, se busca proveer al sistema de algunas de las funcionalidades propias de un Sistema de Gestión de Aprendizaje, como son: capacidad para permitir la gestión las actividades, control de los recursos, control de los alumnos, con la variante de darle la libertad al profesor de crear un contenido pre-estructurado o libre.

Una de las características importantes del sistema *JetSpeed*, que resulta esencial para el desarrollo de PIAC, es la administración de los *portlets*, los cuales se pueden ajustar al manejo de OA como unidades individuales. Actualmente, se está trabajando en el estándar JSR168<sup>12</sup>, de manera que permita al profesor la decisión de estructurar un curso con diferentes tipos de aplicaciones de diferentes autores.

Si bien *JetSpeed* fue creado a finales de 1999, a través de los años ha ido desarrollando y estandarizando su API, actualmente *JetSpeed* es una referencia para muchos proyectos en gran parte debido a su madurez (Apache.org, 2007). Permite tener un portal desarrollado en código abierto, entre sus implementaciones se tienen aquellas que permiten el acceso a recursos tales como: base de datos, aplicaciones y *portlets* que están disponibles para los

---

<sup>12</sup> Estándar JSR 168, <http://jcp.org/en/jsr/detail?id=168>

usuarios. Mediante un navegador web permite asignar privilegios, roles y permisos para cada uno de los perfiles definidos, así como áreas independientes de trabajo con exclusividad absoluta. Admite además trabajar con un repositorio común y aprovechar al máximo la reutilización del contenido. También es posible la definición de varios repositorios que aseguran la independencia de diferentes grupos de trabajo.

En términos de J2EE<sup>13</sup>, los componentes de servidor “viven” en contenedores especializados. El contenedor, es el entorno de ejecución de los componentes del servidor. El contenedor es el que se encarga de llamar al componente, para lo cual utilizará el *Portlet API*, proporcionándole servicios específicos.

Otras características del sistema *JetSpeed* que resultan relevantes para cumplir con los requerimientos de la plataforma son:

- Agregación de contenido: Permite al usuario agregar y/o eliminar *portlets* de su interfaz.
- Código abierto: Es un software para el que su código fuente está disponible públicamente.
- Seguridad basada en roles y grupos: Permite crear esquemas de seguridad a un usuario con roles administrativos haciendo posible restringir contenido al que pueden acceder los demás usuarios.
- Programación en *Java* y *Velocity*: Es un motor de plantillas basado en *Java*. Le permite a los diseñadores de páginas hacer referencia a métodos definidos dentro del código *Java*. Los diseñadores Web pueden trabajar en paralelo con los programadores *Java* para desarrollar sitios de acuerdo al patrón arquitectónico modelo de Modelo-Vista-Controlador (MVC), permitiendo que los diseñadores se concentren únicamente en crear un sitio bien diseñado y que los programadores se encarguen solamente de desarrollar. *Velocity* separa el código *Java* de las páginas Web, haciendo el sitio más fácil de actualizar a largo plazo y presentando una alternativa viable a través de *Java Server Pages* (JSP, por sus siglas en inglés).

---

<sup>13</sup> Estándar J2EE, Java Platform, Enterprise Edition, define un estándar para el desarrollo de aplicaciones empresariales multicapa diseñado por Sun Microsystems; <http://java.sun.com/javaee/index.jsp>.

- **Modelo Vista Controlador:** Es un patrón de arquitectura de software que separa los datos de una aplicación, la interfaz de usuario, y la lógica de control en tres componentes distintos (Jacobson, 2000).
- **Manejo de tabuladores:** Permite al usuario tener más control sobre la organización sobre sus contenidos en pestañas independientes.

En el apéndice B se presenta la estructura de *JetSpeed* y del sistema desarrollado en forma más amplia y concreta.

## **Roles**

Como ya se mencionó, *JetSpeed* permite asignar un rol a los usuarios basados en roles del sistema. Estos roles le permitirán acceder a los recursos basados en el esquema de seguridad ofrecido por *JetSpeed* de acuerdo al rol que desempeñen o al grupo al que pertenezcan. Los roles que maneja *JetSpeed* de forma nativa son:

- **Administrador:** El usuario con este rol puede acceder a las herramientas administrativas y así, manipular los recursos compartidos así como los esquemas de seguridad, puede dar de alta o baja a usuarios y agregar o quitar material.
- **Usuario:** El usuario con este rol sólo puede acceder a los recursos compartidos o que permitidos por el administrador, tales como exámenes, herramientas o contenidos.
- **Invitado:** El usuario con este rol sólo puede visualizar la página de inicio, sin tener la posibilidad de acceder a los recursos compartidos dentro del sistema.

Sin embargo, para las necesidades del sistema, los roles que maneja *JetSpeed* difieren de los roles identificados o requeridos y a los cuales se debe dar soporte:

- **Alumno:** El usuario con este rol puede acceder a los recursos que estén habilitados para los alumnos, dentro de las aplicaciones que puede acceder son los OA, IIDM, administración de cuenta de usuario, aplicación de exámenes, entre otras que le asigne un profesor.

- Profesor: El usuario con rol profesor puede asignar los recursos a los que puede acceder el usuario alumno, además puede administrar su cuenta de usuario, así como las cuentas de los usuarios alumnos. También puede administrar el grupo.
- Administrador: Este tipo de rol le permitirá al usuario visualizar a los grupos, así como la administración de cuentas de los usuarios. Además le permitirá crear contenidos o eliminar contenidos.

En el rol profesor se necesitan funcionalidades administrativas tales como control del alumno, esquemas de seguridad del *portlet* y control de grupos. Para contar con estas funcionalidades, fue necesario desarrollar las siguientes aplicaciones de tipo *portlet*:

- Administración de usuarios.
- Administración de seguridad del *portlet*.
- Administración de cuenta de usuario.

En el rol alumno se necesitó agregar la siguiente aplicación:

- Administración de cuenta.

Tanto el rol alumno como el rol profesor tienen la aplicación Administrar cuenta, esta aplicación fue diseñada con el propósito de descentralizar la responsabilidad de asignación de rol; el grupo y cuenta, así como para darlos de alta o baja.

Como en el desarrollo de todo sistema de software, surgieron una serie de dificultades que eventualmente se solventaron para cumplir con los requerimientos de la plataforma. Entre los más relevantes se encuentran:

1. Agregación de campos a la base de datos: En este punto, se encontraron problemas al momento de agregar campos a cualquier tabla, ya que sólo se podía agregar un campo a la tabla. Si se trataba de agregar un segundo campo, el sistema marcaba error. La acción correctiva consistió en la creación de una nueva tabla, la cual almacenaba la información de los campos que se necesitaban agregar. En el apéndice C se detallan las modificaciones que se hicieron en la estructura base de *JetSpeed* para la creación del sistema desarrollado.

2. Documentación: La documentación oficial sobre las *API* que maneja el sitio de *JetSpeed* no concuerda con las *API* de la versión 1.6 con la cual se inició el sistema. Cuando se realizó la búsqueda de información de la documentación oficial para utilizar clases ya definidas por el sistema, se encontró que dichas llamadas marcaban errores; entre los errores más comunes era el que decía que la clase que se está invocando no existía. Este tipo de problemas fueron muy comunes. Las acciones correctivas consistieron, en buscar la información en Internet. En muchos de los casos, la mejor solución se encontró en foros especializados en *JetSpeed*.

A pesar de los inconvenientes mencionados, la elección de *JetSpeed* como plataforma base de la Plataforma Interactiva de Aprendizaje para el Cálculo (PIAC) fue la mejor opción, dado que al final permitió cumplir con el objetivo fundamental de crear un sistema de gestión de aprendizaje, cumpliendo con los requerimientos y especificaciones planteados. Ahora, el sistema de gestión de conocimiento basado en la plataforma de *JetSpeed* representa el ambiente de aprendizaje PIAC que permite un esquema innovador de enseñanza-aprendizaje para cursos básicos de matemáticas universitarias, en donde de acuerdo a las opiniones de los profesores, se han presentado problemas importantes. De esta manera, la Plataforma Interactiva de Aprendizaje para el Cálculo PIAC se conceptualiza, diseña y desarrolla como un sistema cuya finalidad es la de ser una herramienta sólida y segura de acuerdo a las necesidades de los profesores, sin que éstos se preocupen por la funcionalidad del mismo, el cual contiene las aplicaciones necesarias para que el profesor tenga los recursos administrativos para controlar las herramientas y los alumnos en el sistema.

### **Diseño de la plataforma PIAC**

Para el diseño de la plataforma fue necesario considerar:

- 1) Escalabilidad de la arquitectura, por ello se eligió un modelo arquitectónico basado en componentes y organizado en capas.
- 2) Mantenimiento del sistema, para que la corrección a fallas, actualizaciones, correcciones a errores de programación sea ágil y efectiva.

- 3) Arquitectura basada en módulos, para mantener una separación entre los elementos de la plataforma y lograr la flexibilidad para el mantenimiento del sistema.
- 4) Soporte pedagógico, basado en modelos de diseño de contenido en línea, en modelos cognitivos de aprendizaje de las matemáticas así como estrategia de aprendizaje basada en competencias (Tobón, 2006).
- 5) Diseño instruccional, que guía el desarrollo de cada uno de los componentes y que permite seguir la estructura del elemento contenido.
- 6) Estructura de la plataforma, con el propósito de señalar los módulos que conforman el sistema.
- 7) Estructura del elemento contenido, en el cual se especifica cada uno de los aspectos que se deben abordar para cada contenido.

La estructura de navegación de la plataforma se muestra en la figura 13. Los módulos que la integran son:

- acceso al sistema,
- contenido,
- evaluación,
- seguimiento académico,
- retroalimentación y
- herramientas.

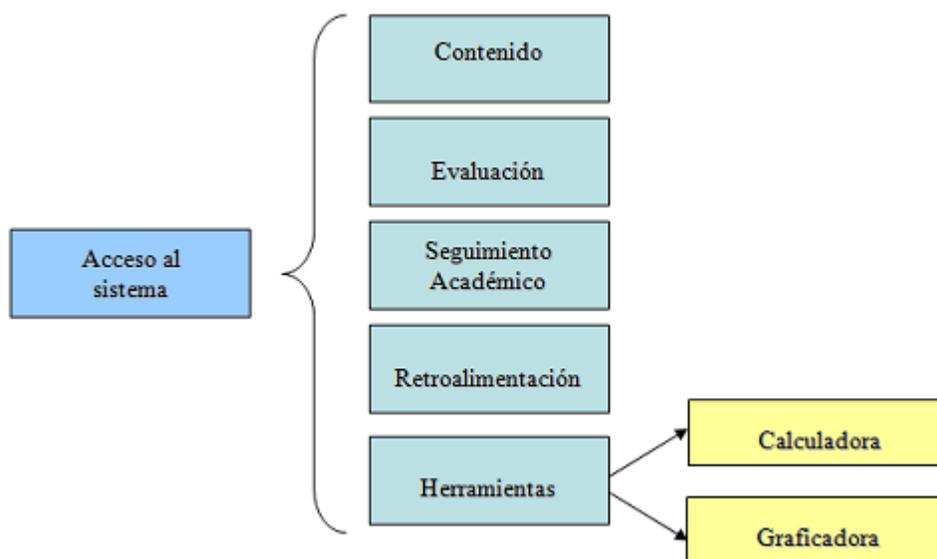


Figura 13: Módulos de la plataforma electrónica de aprendizaje desarrollada.

En el apéndice D se describe más ampliamente el diseño de la plataforma PIAC.

### **Módulo contenido**

En el módulo contenido (ver figura 14), se señala para cada tema:

- **Competencia:** Son procesos complejos que las personas ponen en acción-actuación-creación, para resolver situaciones y realizar actividades, aportando a la construcción y transformación de la realidad, para lo cual se integran el saber ser, el saber conocer y el saber hacer. Es necesario tomar en cuenta los requerimientos específicos del entorno, las necesidades personales y los procesos de incertidumbre, con autonomía intelectual, conciencia crítica, creatividad y espíritu de reto (Tobón, 2006). Para la redacción de la competencia se usa un verbo preferentemente en infinitivo, un objeto sobre el cual recae la acción y una condición de calidad.
- **Presentación histórica:** Para cada contenido se incluye un componente con elementos históricos relacionados a los conceptos particulares. El valor de este componente ha sido descrito en diferentes trabajos (Matthews, 2003; Stillwell, 2004; Zuñiga, 2007).
- **Antecedentes:** Se refiere a conceptos previos o nociones que requerirá el estudiante para el mejor entendimiento del tema.
- **Contenido instruccional:** Contiene el desglose de los subtemas que conforman cada tema
  - Subtema 1
  - Subtema 2
  - ...
  - Subtema *n*.

En el apéndice E, se muestra el tema de límites a manera de ejemplo de un Contenido curricular.



Figura 14: Módulo de contenido en la estructura de la Plataforma Interactiva de aprendizaje para el Cálculo.

- Ejercicios de retroalimentación: Cada tema tiene una serie de ejercicios, algunos con respuesta de opción múltiple y otros en los que el estudiante introduce la posible respuesta tecleando y el sistema la valida, enviándole la valoración correspondiente.
- Evaluación: En esta sección se aplican los exámenes correspondientes a cada uno de los subtemas, así como exámenes por tema y examen global del curso. La evaluación es instantánea y se le presenta su calificación, además de enviarla a la bases de datos para el seguimiento académico del estudiantes y a la carpeta de calificaciones del profesor.

- Ejercicios extraclase: Se incluyen ejercicios para que los estudiantes los resuelvan y entreguen (de manera impresa) posteriormente.

Cada subtema, se concibe como un objeto de aprendizaje, está compuesto por las siguientes partes:

- Planteamiento: Comprende la exposición detallada del subtema, incluyendo la descripción de los conceptos, teoremas, deducciones, demostraciones, desarrollos, ejercicios y generalizaciones. En ocasiones también se incluyen animaciones para ejemplificar algún concepto.
- Actividades: Se redactan casos o situaciones problematizadoras para que se resuelvan durante la clase.
- Objeto\_auxiliar: Son materiales diseñados en formato texto, audio, página web, video, applet o cualquier recurso accesible a través de un URL que apoye al concepto matemático que se está abordando. Un ejemplo de un objeto auxiliar se muestra en la figura 15.
- Solución: Se resuelven detalladamente los casos o situaciones problematizadoras que se propusieron en la sección de actividades.

En la figura 15, se muestra un applet correspondiente al tema de funciones especiales. Este objeto de aprendizaje tiene como propósito que el estudiante compruebe el comportamiento de la función seccionada, la manera como se expresa y el comportamiento gráfico que ésta tiene. Para esta actividad se les solicita a los estudiantes que manipulen el objeto, variando cada una de las funciones, modificando los intervalos y se cierra la actividad con el planteamiento por parte de los estudiantes de una función seccionada distinta a la que se le presentó en el Planteamiento.

**Funciones**

- Competencia
- Presentación Histórica
- Antecedentes
- ☑ Contenido instruccional
  - ☑ Concepto de Función
  - ☑ Clasificación de Funciones
  - ☑ Álgebra de funciones y Composición
  - ☑ Funciones inversas
  - ☑ Funciones especiales
    - Planteamiento
    - Actividades
    - Objeto Auxiliar
    - Solución
- Ejercicios de Retroalimentación
- Evaluación
- Ejercicios Extraclase
- Participaciones

**Herramientas**

- Calculadora Científica
- Graficadora
- Seguimiento académico

El siguiente objeto presenta la función  $f(x) = \begin{cases} x+15 & x \leq -10 \\ -\frac{x}{2} & -10 < x \leq 0 \\ 0.1x^2 + \frac{x}{2} & 0 < x \leq 10 \\ 2 - \frac{15}{x-15} & 10 < x \leq 20 \\ 0.6x-12 & x > 20 \end{cases}$

Analiza el trazo de la siguiente función y varía los valores del intervalo de cada una de las secciones y comprueba el comportamiento de la función.

También puedes modificar las ecuaciones de los trazos y volver a analizar la función.

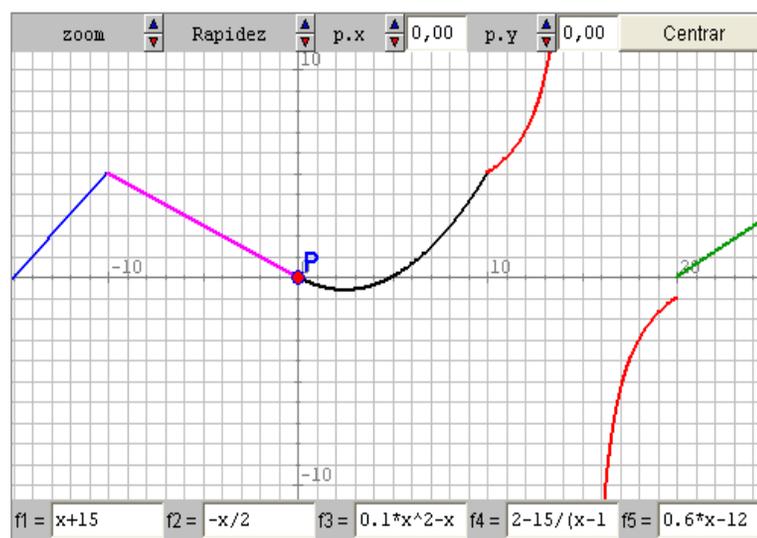


Figura 15: Ejemplo de un objeto auxiliar.

Para el diseño de cada uno de los objetos auxiliares fue necesario:

- 1) Identificar el propósito del recurso
- 2) Desarrollar el contenido del recurso
- 3) Elegir la tecnología en la que se desarrollará
- 4) Desarrollar el objeto de aprendizaje bajo la consideración de los estándares
- 5) Evaluar el componente
- 6) Registrar los metadatos del objeto

El contenido de la plataforma y los objetos de aprendizaje desarrollados para cada una de las unidades didácticas se encuentran condensados en la tabla XIII.

Tabla XIII. Objetos de aprendizaje desarrollados en la Plataforma Interactiva de Aprendizaje para el Cálculo.

	<b>Contenido abordado</b>	<b>Tipo de objeto de aprendizaje incluido como objeto de apoyo</b>	<b>Habilidad matemática que se aplica (Rodríguez, 2000)</b>
1	Concepto de función	Animación en flash describiendo la tabulación de una función, su gráfica y el trazo de líneas verticales.	Identificar: distinguir el objeto de estudio matemático sobre la base de rasgos esenciales, para determinar si el objeto pertenece a una determinada clase de objetos que presentan características distintivas relativas al concepto de función.
2	Clasificación de funciones	Animación en flash de varias funciones, su gráfica y su clasificación	Interpretar: atribuir significado de expresiones matemáticas de modo que éstas adquieran sentido en términos del propio objeto matemático o del fenómeno o problema real aplicados a funciones.
3	Álgebra de funciones y composición	Video en el que se explica el concepto de composición y los dominios.	Recodificar: transferir la denominación de un mismo objeto de un lenguaje matemático a otro, expresando el mismo tipo de objetos a través de expresiones diferentes con la utilización de signos diferentes para un mismo modelo.
4	Funciones inversas	Animación en flash de varias funciones y sus funciones inversas, y las gráficas de ambas.	Relacionar: búsqueda de patrones de comportamientos para determinar las relaciones que le dan pertenencia a cierto concepto u objeto para su clasificación y determinación de las características que le dan pertenencia.
5	Funciones especiales	Applet en java con distintas funciones especiales, manipulables por el estudiante.	Demostrar: establecer una sucesión finita de pasos para fundamentar la veracidad de una proposición o refutación.
6	Concepto de límite	Animación en flash con una reflexión acerca del concepto de límite.	Interpretar: atribuir significado de expresiones matemáticas de modo que éstas adquieran sentido en función del propio objeto matemático, del fenómeno o problema real. En este caso el de concepto de límite a través de un planteamiento matemático concreto expresado como la

			búsqueda del resultado de una serie.
7	Teoremas sobre límites	Anagramas que escribió Newton a Leibniz acerca del Cálculo.	Reflexión: considerar las diferentes posturas acerca de las bases del Cálculo, visión de determinados conceptos y los procesos que desarrollaron en forma detenida y analítica.
8	Límites indeterminados	Curiosidades sobre el número pi, valores obtenidos a lo largo de la historia y algunas cifras de su valor.	Reflexionar y comparación: considerar las diferentes formas de determinación del número pi, visión de sus conceptos y los procesos que desarrollaron en forma detenida y analítica.
9	Límites al infinito	Cálculo del número áureo y aplicaciones diversas de éste.	Resolver: encontrar un método o vía que conduzca a la solución de la ecuación generadora del número áureo.  Calcular: forma esencial de existencia de un algoritmo que puede llevarse a cabo en forma manual, verbal o mental.
10	Límites trigonométricos	Historieta sobre el ajedrez y el concepto de serie.	Asociación: análisis sobre la situación que se le presenta y la relación directa con el Cálculo planteándolo como un límite.
11	Continuidad	Applet en java para análisis de continuidad, variando las funciones y puntos de exploración.	Modelar: asociar a un objeto no matemático un objeto matemático que represente determinados comportamientos, relaciones o características.
12	Concepto de derivada	Applet en java donde el estudiante experimenta y responde a cuestionamientos.	Análisis: revisar detalladamente las partes y contextos del concepto matemático para detallar sus principios, elementos o características que lo definen.
13	Teoremas sobre derivada	Adivinanzas relacionadas con varios temas de derivación.	Definir: establecer mediante una proposición las características necesarias y suficientes del objeto de estudio.
14	Derivada de la composición de funciones	Ejemplo conceptual e historia de composición de funciones.	Algoritmizar: plantear una sucesión estricta de operaciones matemáticas que describan un procedimiento conducente a la solución de un ejercicio que en este caso es la derivada de funciones compuestas.
15	Derivadas de orden superior	Operación de Kaprekar, en el que se muestra cómo obtener el número misterioso.	Algoritmizar: plantear una sucesión estricta de operaciones matemáticas que describan el procedimiento conducente a la obtención del número misterioso.

16	Derivación implícita	Animación en flash de varias funciones implícitas, su gráfica y la tangente	<p>Algoritmizar: plantear una sucesión de operaciones matemáticas que describen un procedimiento conducente a la obtención de la derivada de funciones implícitas.</p> <p>Graficar: representar relaciones entre la función y su derivada, tanto desde el punto de vista geométrico como a través de diagramas y tablas.</p>
17	Derivación de funciones trascendentes	Memorama con distintos niveles de dificultad, aleatorio y en el que se relaciona una función y su derivada (se incluyen funciones algebraicas y trascendentes).	Calcular: forma esencial de existencia de un algoritmo para obtener la derivada de funciones algebraicas o trascendentes que se le presente y que puede llevarse a cabo en forma manual, verbal o mental
18	Derivación logarítmica	Historia de los logaritmos, conceptualización y aplicaciones.	Definir: establecer mediante una proposición las características necesarias y suficientes para la obtención de una derivada a través de las propiedades de los logaritmos.
19	La diferencial	Applet donde el estudiante manipula valores, modifica funciones y obtiene el diferencial.	Calcular: forma esencial de existencia de un algoritmo para obtener el valor del diferencial de cualquier función y puede visualizar gráficamente e interpretar sus resultados.
20	Máximos y mínimos	Applet para el cálculo de raíces por el método de Newton-Raphson	Calcular: forma esencial de existencia de un algoritmo para la obtención de las raíces de funciones e interpretar gráficamente sus cálculos.
21	Aplicaciones de derivada	Applet donde se manipulan valores de varias aplicaciones para determinar el máximo o mínimo	Optimizar: encontrar el valor numérico que maximiza o minimiza la función que se esté manipulando.
22	Integral definida	Applet para el cálculo de una integral definida, manipulando cualquier función y visualizando gráficamente.	Calcular: forma esencial de existencia de un algoritmo para la obtención de integrales definidas.
23	Integrales impropias	Reflexión sobre los orígenes y existencia del infinito.	Aproximar: sustituir un objeto por otro el cual se considera modelo suyo.
24	Integración por cambio de variable	Personajes reconocidos en cálculo mental ultrarrápido.	Sustituir: identificar las características para colocar otro ente matemático que simplifique o facilite el procedimiento.
25	Integración por partes	Breve historia de Gauss en su infancia y la trascendencia de su	Deducir: establecer una serie de razonamientos heurísticos para

		pensamiento.	encontrar métodos que resuelvan ciertas integrales.
26	Integración de funciones racionales	Reflexión sobre la habilidad matemática de las abejas.	Reflexionar: considerar los diferentes métodos para integrar funciones racionales analizar los procesos que siguen las abejas para la construcción de los panales.
27	Integración por fracciones parciales	Significado de términos matemáticos relacionados con Cálculo.	Demostrar: establecer una sucesión finita de pasos para fundamentar la veracidad de una proposición o refutación.
28	Integración por sustitución trigonométrica	Animación interactiva que evalúa cuantos aciertos tiene sobre cambios de sustitución trigonométrica	Resolver: encontrar un método o vía que conduce a la solución de términos que incluyen irracionales para resolverse por sustitución trigonométrica.
29	Integración numérica	Applet en el que se calcula la integral definida en forma numérica con 3 métodos	Comparar: establecer una relación entre lo cuantitativo y cualitativo de tres procedimientos numéricos de integración.
30	Aplicaciones de la integral	Contexto histórico y matemático de los fractales; ejemplo de su programación.	Aproximar: sustituir un objeto por otro el cual se considera modelo suyo para aplicaciones de la integral en diferentes contextos.

### **Piloteo de los objetos de aprendizaje**

El piloteo para medir la usabilidad de cada uno de los objetos de aprendizaje se efectuó siguiendo las recomendaciones que se plantean para la evaluación de software señalados por Shneiderman y Plaisant (2004). Para ello, cada vez que se hizo el piloteo, se tuvo el cuidado de contar con un número impar de participantes, que en la mayoría de los casos fue de 5 personas. Se aplicó primeramente un pequeño cuestionario con las siguientes preguntas, que se ejemplifican para la primera evaluación del objeto de aprendizaje para Funciones Especiales:

**Actividad:** Analiza el trazo de la siguiente función en el applet y varía los valores del intervalo de cada una de las secciones y comprueba el comportamiento de la función.

$$f(x) = \begin{cases} x+15 & x \leq -10 \\ -\frac{x}{2} & -10 < x \leq 0 \\ 0.1x^2 + \frac{x}{2} & 0 < x \leq 10 \\ 2 - \frac{15}{x-15} & 10 < x \leq 20 \\ 0.6x-12 & x > 20 \end{cases}$$

- a) ¿Qué tan fácil o difícil fue completar la tarea?  
 1 Muy fácil **2 Fácil** 3 Ni fácil ni difícil 4 Difícil 5 Muy difícil
- b) ¿Usaste el material para completar la tarea?  
 Si **X** No \_\_\_ Termina el cuestionario.
- c) Cuando usaste el material, la información ¿fue fácil o difícil de encontrar?  
**1 Muy fácil** 2 Fácil 3 Ni fácil ni difícil 4 Difícil 5 Muy difícil
- d) El manejo de la herramienta fue fácil o difícil?  
 1 Muy fácil **2 Fácil** 3 Ni fácil ni difícil 4 Difícil 5 Muy difícil

Posteriormente se aplicó el instrumento que se describe en la figura 16, el cual está fundamentado bajo la escala Software Usability Scale (SUS). Esta escala es una técnica de cuestionario que fue desarrollado por Jonh Brooke como parte de un programa de ingeniería de usabilidad (Nielsen y Loranger, 2006). Este cuestionario utiliza una escala de opinión con la cual se evalúa la usabilidad en la parte de experiencia en uso de la interfaz de un sistema (aunque puede usarse para la evaluación de cualquier producto); consiste en 10 preguntas orientadas a la experiencia de uso, utilizando la escala de respuesta de Likert (Massof, 2004), cada respuesta está dada en forma escalonada donde se está completamente en desacuerdo o acuerdo, para lo cual se analizan cuidadosamente las tareas, pensando en los propósitos y objetivos para los cuales está hecho el sistema. El resultado de la prueba se da en una escala de 100 puntos.

Evaluación de usabilidad del OA **Continuidad** con base en el cuestionario SUS  
 Usuario: 1 2 3 4 5 Fecha: 17-Agosto de 2007

Favor de marcar con un "X" en la columna correspondiente según sea tu criterio.

	Completo desacuerdo .....				Completo acuerdo
1. Me gustaría utilizar con frecuencia este material.	( )	( )	( )	( )	( x )
2. Encontré la herramienta innecesariamente compleja.	( x )	( )	( )	( )	( )
3. Fue fácil utilizar la herramienta.	( )	( )	( )	( )	( x )
4. Creo que necesitaría del apoyo de expertos para utilizar el recurso	( )	( x )	( )	( )	( )
5. Las diversas funciones del software están bien integradas.	( )	( )	( )	( )	( x )
6. Hubo demasiada inconsistencia en el uso del recurso.	( x )	( )	( )	( )	( )
7. Imagino que la mayoría de las personas aprenderían muy rápidamente a utilizar este software	( )	( )	( )	( x )	( )
8. Encontré el software muy difícil de usar.	( x )	( )	( )	( )	( )
9. Me sentí muy confiado en el manejo del software.	( )	( )	( )	( x )	( )
10. Necesito aprender muchas cosas antes de manejar el software	( )	( x )	( )	( )	( )

Resultado: 90 puntos en escala de 0 a 100

Figura 16: Instrumento para la medición de usabilidad de los objetos de aprendizaje desarrollados.

El resultado de la puntuación se obtiene de la siguiente manera: para los enunciados impares es la posición de la respuesta menos 1 y para los pares es 5 menos la posición de la respuesta, se suman estas puntuaciones y se multiplica por 2.5. En el caso que se muestra en la figura 16 se obtiene:  $(4+4+4+3+4+4+4+4+3+3)*2.5=90$  puntos.

Una vez que se pilotearon los objetos de aprendizaje, considerando como adecuado una puntuación mayor o igual a 60, se procedió a corregir las debilidades y se modificaron los mismos en función de lo señalado en los instrumentos. Esta experiencia fue dando pautas para la mejora en el diseño de los objetos de aprendizaje, el cumplimiento en la consistencia de los estándares, la compatibilidad con diferentes navegadores, la prevención de errores en cualquier etapa y una estructuración homogénea del sistema.

#### **IV.4 Modelo de unidad didáctica**

El modelo de la unidad didáctica permite planificar y sistematizar las actividades didáctico-académicas; lo cual implica la determinación de qué se enseña, cómo se enseña y cómo se evalúa (Carratalá, 2008).

En este sentido y considerando la formulación de cada una de las actividades que se desarrollaron para cada Unidad Didáctica de la Plataforma Interactiva de Aprendizaje para el Cálculo, fue estructurada de la siguiente manera:

*1. Competencia:* se describen claramente las destrezas, habilidades y actitudes que se alcanzarán, además de las actividades formativas que en conjunto permitirán el logro educativo (Tobón, 2006). Esto permite al estudiante saber con claridad lo que tiene que hacer para ser capaz de realizar tareas matemáticas, además de comprender y argumentar por qué pueden ser utilizadas algunas nociones y procesos para resolverlas.

Esto es, utilizar el saber matemático para resolver problemas, adaptarlo a situaciones nuevas, establecer relaciones o aprender nuevos conceptos matemáticos. Así, la

competencia matemática se vincula al desarrollo de diferentes aspectos, presentes en toda la actividad matemática de manera integrada.

2. *Presentación histórica:* se presenta de manera agradable el contexto histórico y los hechos más relevantes que dieron origen al concepto que se aborda en la unidad didáctica, sus precursores y principales matemáticos que intervinieron en el desarrollo de éste (Boyer *et al.*, 1991; Mankiewicz, 2007; Stillwell, 2004). Cuando se conoce la visión histórica, se transforman meros hechos y destrezas en porciones de conocimiento buscadas ansiosamente y en muchas ocasiones con genuina pasión por personas que se alegraron inmensamente cuando por primera vez dieron con ellas. Muchos de esos teoremas, que en nuestros días de estudiantes nos han aparecido como verdades que salen de la oscuridad y se dirigen hacia la nada, han cambiado de aspecto para nosotros al adquirir un perfecto sentido dentro de la teoría, después de haberla estudiado más a fondo, incluido su contexto histórico y aspectos biográficos de los autores principales. La perspectiva histórica nos acerca a la matemática como ciencia humana y quizás también de replantear sus hallazgos. Nos aproxima a las interesantes personalidades de las personas que han ayudado a impulsarlas a lo largo de muchos siglos, por motivaciones muy distintas. Desde el punto de vista del conocimiento más profundo de la propia matemática, la historia nos proporciona un cuadro en el que los elementos aparecen en su verdadera perspectiva, lo que redundará en un gran enriquecimiento tanto para el estudiante como para el que enseña.

3. *Antecedentes:* es conveniente señalar los conceptos previos que se requerirán para sentar las bases y entender mejor los que se proponen en la unidad.

En todos los casos, se incluye el material a manera de repaso y se sugieren lecturas adicionales para profundizar si fuera necesario. Según Polya (2005) esto es el equivalente a ayudar al estudiante de manera sutil, no menos de lo que se necesita y no más de lo que requiere para explotar mejor sus capacidades.

4. *Contenido:* primeramente se hace una breve introducción que permite contextualizar el tema y a través de reflexiones pedagógico-constructivistas se van asentando los nuevos

aprendizajes. Se explica de manera detallada con ejemplos, demostraciones y comprobaciones. Se cierra este apartado con una reflexión o pequeña conclusión acerca del tema frecuentemente a modo de pregunta.

Los contenidos del curso están fundamentados en la teoría de Acción-Proceso-Objeto-Esquema (APOE) de Dubinsky (APOS por sus siglas en inglés) con la perspectiva de Piaget que explica que la abstracción reflexiva es la clave para el desarrollo cognitivo de los conceptos lógico-matemáticos (Dubinsky y McDonald, 2001).

En la teoría APOE se considera a la comprensión como un proceso interminable de construcción de esquemas iterativos, mediante la abstracción reflexiva; un proceso cognitivo en el que el estudiante reconstruye y reorganiza las acciones físicas o mentales para su comprensión (Meel, 2003).

Por ello, se consideró que el estudiante combine las definiciones, ejemplos, teoremas y demostraciones para identificar los componentes esenciales, las ideas de conexión y los medios para entrelazar tales ideas, etapa conocida como estructuración. Se hace énfasis en el acto de reflexión y en la solución de situaciones prácticas, pues en la teoría APOE el conocimiento matemático de un individuo es su tendencia a responder a los problemas matemáticos percibidos mediante el reflejo de los problemas y sus soluciones dentro de un contexto social y por medio de la construcción o reconstrucción de las acciones matemáticas, procesos y objetos, y organizándolos en esquemas para utilizarlos en la solución de situaciones (Dubinsky y McDonald, 2001).

5. Objeto de apoyo: a través de distintas actividades se ejemplifica el tema desarrollado y se refuerzan los conceptos abordados en la unidad didáctica. Éstos consisten en diversos objetos de aprendizaje de tipo: animaciones, videos, historias cortas, reflexiones, información histórica, juegos, adivinanzas, memoramas, applets y demostraciones interactivas, que el estudiante puede manipular y modificar en tiempo real.

En este sentido, se hace especial énfasis en la reflexión, ya que ésta proporciona al estudiante una conciencia de la forma en que trabajan los procedimientos, la apreciación de

un resultado sin realizar operaciones físicamente, la capacidad de analizar y manipular variantes algorítmicas y la capacidad de observar las relaciones y organizar la experiencia (Clark *et al.*, 1997).

6. Actividades: Las actividades se orientan a que los estudiantes adquieran información, la interpreten, la analicen, la organicen conceptualmente y la comuniquen de manera coherente y sistematizada. Cada actividad está escrita de forma clara y precisa. Las actividades presentan un carácter progresivo. Además, estas actividades se planean en función de los ritmos de aprendizaje de los estudiantes, con orientación al planteamiento y solución de problemas, de manera variada para que resulten gratificantes y buscar la atención tanto a sus diferencias individuales como la inclusión de elementos lúdicos compatibles con el rigor científico. Entre las distintas actividades que se fomentan en el modelo están: las de introducción, las de detección de conocimientos previos, las de profundización y refuerzo, las de ampliación de algún concepto, las de aplicación, las de inferencia y las de síntesis.

7. Solución: se presenta de manera ordenada y completa una posible solución a cada una de las actividades señaladas en cada unidad didáctica. Se explican los pasos de lo que se solicita o bien se dan sugerencias para otras formas de solución.

Proveer la solución permite a los estudiantes verificar sus procedimientos o resultados, además de conocer otras maneras de llegar al resultado. La formulación, tratamiento y solución de problemas se manifiesta en la habilidad de los estudiantes para cumplir con las actividades de aprendizaje. Está relacionado con la capacidad para identificar aspectos relevantes en una situación para plantear o resolver problemas no rutinarios; es decir, problemas en los cuales es necesario inventarse una nueva forma de enfrentarse a ellos. Este aspecto alude a que el estudiante tenga confianza en sí mismo y en su capacidad matemática, que piense que es capaz de resolver las tareas matemáticas que se le planteen. En suma, que el estudiante admita y valore diferentes niveles de sofisticación en las capacidades matemáticas. También tiene que ver con reconocer el saber matemático como útil y con sentido.

8. Retroalimentación: se incluyen ejercicios de diferentes tipos para apoyar en el aseguramiento de la comprensión de los temas por unidad. El sistema le indica al usuario la cantidad de ejercicios correctos, lo que le indica el logro o no del objetivo.

9. Evaluación: Al inicio del programa se detallan los criterios de evaluación señalando los porcentajes para la integración de la calificación final: exámenes rápidos, actividades en clase, examen parcial, trabajos extraclase y las fechas de aplicación de cada uno de éstos. Por medio de las actividades específicas de evaluación no solo se evalúa al alumno, sino también la actividad educativa que se desarrolla en el aula, así como todos los elementos que integran el proceso de enseñanza-aprendizaje (Kieren, 1997).

De esta forma, las actividades de evaluación sirven para conocer la adecuación del proceso educativo a las características del alumno (evaluación continua), y ajustar la ayuda pedagógica a sus necesidades reales (evaluación formativa); seguir la evolución de sus aprendizajes y conocer el grado de consecución de los objetivos y de los contenidos mínimos recogidos en los correspondientes criterios de evaluación (evaluación criterial); conocer el tipo y grado de aprendizaje que ha alcanzado al final de cada proceso didáctico (evaluación sumativa); y conocer, en definitiva, el nivel de desarrollo intelectual y personal alcanzado por el alumno, en todos sus aspectos, y como resultado de la intervención educativa (evaluación global o integral).

Por estas razones, los instrumentos de evaluación, su valoración y el tipo al que corresponde, que se pueden aplicar con el modelo son:

- a) Exámenes no estructurados con valoración descriptiva; evaluación formativa
- b) Exámenes semiestructurados, con preguntas sobre contenidos específicos con respuesta breve y precisa; valoración numérica; evaluación sumativa y criterial
- c) Exámenes estructurados con múltiples opciones de respuesta; valoración numérica; evaluación continua
- d) Trabajos en clase, con ejercicios abiertos; valoración numérica; evaluación formativa

- e) Trabajos extraclase con ejercicios abiertos y cerrados; valoración numérica; evaluación sumativa
- f) Ejercicios de retroalimentación con diferente tipos de respuestas; valoración numérica; evaluación criterial
- g) Reflexiones sobre temas específicos, con preguntas abiertas; valoración descriptiva; evaluación integral
- h) Actividades de reto, con lecturas reflexivas y ejecución de programas; valoración gráfica; evaluación integral.

### **Cómo enseñar con el modelo:**

Las características psicopedagógicas del sistema van dirigidas a usuarios universitarios. Cabe señalar que cada unidad didáctica se desarrolló con un lenguaje formal pero fluido. Los métodos y estrategias consisten en lecturas individuales por determinado tiempo, seguida de discusiones comentadas en el grupo y explicación por diferentes estudiantes, cerrando la elucidación ya sea por el profesor o por algún estudiante y resaltando los conceptos importantes. En otros casos, se analiza la información en equipos; y cada equipo propone otros ejemplos y contraejemplos relacionados con el tema. La metodología se inscribió en la psicopedagogía del constructivismo (Castillo, 2008; Matthews, 2003), lo que permite aprender por sí mismo, trabajo en equipo, potenciación de técnicas de investigación, aplicación y transferencia de lo aprendido y, no menos importante, la formación de valores.

La atención a los alumnos con dificultades de aprendizaje se otorga con distintas actividades adicionales y ejercicios de retroalimentación planificados de acuerdo a distintas necesidades. Además, el uso de la plataforma de aprendizaje se puede utilizar en cualquier momento, lo cual le permite al estudiante ejercitar y repasar cualquier tema que él o el profesor considere que necesita reforzar.

De acuerdo con Kieren (1997), cuando un profesor evalúa el conocimiento de los estudiantes debe poner énfasis en:

- a) escuchar, en lugar de simplemente oír;
- b) actuar con los estudiantes para realizar los procedimientos matemáticos, en vez de simplemente mostrar a éstos cómo realizarlos;
- c) establecer un discurso efectivo de argumento matemático o de la conversación matemática en vez de simplemente un discurso de decir, interrogar y evaluar;
- d) el mecanismo del pensamiento matemático del estudiante, y no simplemente en las respuestas del estudiante;
- e) concebir al profesor y los estudiantes como una relación estrecha con sus acciones, uno aprendiendo del otro;
- f) el profesor como co-desarrollador de un currículo matemático vivido y no sólo un recipiente o conducto de un currículo pre-decuido.

El sistema tiene incluido el sistema de evaluación objetivo, el cual le permite al estudiante conocer su calificación de manera inmediata así como la evolución de sus resultados académicos de manera individual.

## **IV.5 Usabilidad de la plataforma PIAC**

En este apartado se analiza la importancia de la usabilidad del sitio Web desarrollado, qué tipos y características importantes se sugieren tomar en cuenta cuando se lleva a cabo. Específicamente se expone el plan de la evaluación de la usabilidad en el sistema (Ursúa-Moctezuma y Andrade-Aréchiga, 2008).

El análisis de usabilidad de un sitio Web permite saber si realmente el usuario puede interactuar con dicho sitio de una forma fácil, cómoda e intuitiva, logrando con ello el cumplimiento de las expectativas del usuario. Sin embargo, algunos desarrolladores de

sitios Web, con frecuencia pasan por alto aspectos importantes como el de funcionalidad, por ejemplo, confirmar si los enlaces se desempeñan correctamente o bien si los tiempos de respuesta son adecuados; revisar la calidad del contenido, elaborar las páginas considerando las últimas tendencias tecnológicas; cuidar la ortografía, pues es importante ya que ésta refleja el cuidado y la dedicación que se le pone al sitio Web; que la redacción de las ideas estén claras y bien organizadas y que no se centran únicamente en aspectos de diseño y contenido (Rubin, 2005). En suma, que en el sitio Web se sepa conjugar información, diseño y tecnología. Por estas razones, es de suma importancia evaluar la usabilidad de la Plataforma Interactiva de Aprendizaje para el Cálculo (PIAC) que tiene que ver con atender al menos los aspectos mencionados.

#### **IV.5.1 Evaluación automática**

Este tipo de evaluación se recomienda porque ayuda a detectar errores que se hacen al desarrollar el sitio, ahorrándose costos y tiempo, pues antes de que lo utilicen los usuarios se pueden corregir detalles de formularios incorrectos o ligas mal dirigidas, entre otros muchos errores.

Instrumentos: para realizar esta evaluación se utilizaron las siguientes herramientas: los navegadores: Internet Explorer, Firefox y Opera.

Primeramente, se revisó que el sitio Web cumpliera con una lista de 40 requisitos, que propone Manchón (2003). Al ir cumpliendo con cada uno de los requisitos, al sitio Web se le va confirmando el grado de usabilidad.

A continuación se listan los requisitos con los que en el momento de la evaluación técnica cumplió el sitio Web (Manchón, 2003):

*Usar tipo de letra sans-serif con un tamaño de texto adecuado, letra 12 puntos para los contenidos*

*Alinear el texto del cuerpo a la izquierda*

*Asegurarse que no hay grandes sentencias en mayúscula*

*Usar listas para desplazar los textos cuando sea necesario*

*Escribir primero la conclusión y luego la explicación*

*Crear suficiente contraste entre el texto y el fondo*

*Revisar la ortografía y gramática del contenido*

*Usar menos de 8 opciones en la navegación de los menús*

*Distinguir las páginas activas y no activas en el menú*

*Usar texto explicativo para los links*

*Añadir el atributo TITLE a todos los links*

*Comprobar si es posible navegar por el sitio Web usando las teclas SHIFT-TAB y RETURN*

*Hacer una estructura de página consistente*

*Decirle al usuario lo que le espera después de hacer clic en el botón de enviar*

*No cambiar la forma estándar de los campos de entrada del texto*

*Preguntar información usando un orden lógico*

*Usar campos de entrada dobles para contraseñas*

*Asegurarse que el usuario puede rellenar el formulario entero usando la tecla TAB*

En la evaluación automática, el sitio Web cumplió completamente con 28 requisitos, lo cual se interpreta como un grado mediano de usabilidad para la parte técnica (Manchón, 2003).

#### **IV.5.2 Evaluación Heurística**

Este tipo de evaluación tiene como propósito evaluar un sitio Web a través de la opinión de personas expertas. Posteriormente se recomienda realizar un test de usuarios para completar la evaluación.

Instrumento: Para realizar la evaluación Heurística, se contó con la colaboración de cinco expertos, de los cuales: dos de ellos son especialistas en el área de la pedagogía, dos en el área del diseño y desarrollo de páginas Web y un profesor con conocimientos del curso de matemáticas implementado.

A cada uno de los evaluadores se le envió siguiente documento:

Estimado evaluador:

Le solicito amablemente navegar por el sitio Web cuya dirección es:  
<http://telematicanet.ucol.mx/piac/>

Posteriormente le pido elaborar una lista de los problemas, inconsistencias o debilidades que encuentre en el sitio, en orden descendente de acuerdo a la gravedad del problema, y dar una breve explicación de cada problema de acuerdo con los principios de usabilidad clasificados por los siguientes tres factores:

- 1.- La frecuencia con la que ocurre el problema.
- 2.- El impacto del problema cuando sucede.
- 3.- La persistencia del problema.

Describir la experiencia que obtuvo al interactuar con el sitio Web, donde exprese sus comentarios, sugerencias y posibles propuestas e ideas para la mejora del mismo.  
 "Agradezco de antemano sus finas atenciones y su apreciable tiempo. "

Nota: El tema de funciones es el que se encuentra completo.

En el documento enviado, se le pidió a los evaluadores, que navegaran libremente por el sitio Web y posteriormente hicieran llegar sus comentarios, opiniones y sugerencias.

Es importante destacar que vía Internet se les hizo llegar el documento con las instrucciones a cada evaluador, y cada experto ingresó al sitio y lo evaluó según los criterios señalados.

Los comentarios más importantes que los expertos hicieron llegar una vez que navegaron por el sitio Web, fueron:

- *Faltan algunos textos explicativos en algunos ejercicios y ejemplos que describan el propósito de lo que se esta observando*
- *Sería conveniente separar los ejercicios de sus respuestas*
- *El menú es intuitivo, fácil de entender e identificar n donde se encuentra el usuario.*

- *La navegación por el sitio Web es muy ágil, fácil y agradable*
- *Es elemental que se cuente con una sección de exámenes, ya que se podrá evaluar constantemente a los alumnos*
- *El nivel de dificultad de los ejercicios y contenidos es el adecuado*
- *En las gráficas que se presentan no se observa una completa uniformidad*
- *Se puede observar que el sitio está bastante bien documentado y organizado*
- *El diseño es muy acorde con el tema*
- *Es de gran ayuda la existencia de algunas herramientas que se encuentran en el sitio, como la calculadora y la graficadora*
- *Se explican de manera sencilla las instrucciones (con ejemplos y ejercicios)*
- *Los esquemas (imágenes y animaciones) son atractivos para el usuario*
- *Si es necesario, sería conveniente que no fuera necesaria la autenticación para poder ingresar a la información*
- *La página es muy buena, tiene mucho trabajo de investigación y eso le da mucha validez para cualquier usuario*
- *En los ejercicios de clasificación de funciones, al realizarlos no marca los resultados acertados*
- *Faltan las instrucciones de uso de la graficadora*
- *Cuando un link te envía a otra página, no existe la opción de regresar a la página principal*
- *Considero que está bien utilizado el tamaño de la tipografía en el sitio, solo falta mantenerlo constante y con jerarquías*

- *Cuando se quiere crear una nueva cuenta si se ingresan datos equivocados, el cuadro de dialogo de respuesta, sería conveniente centrarlo y utilizar el mismo color que se emplea en el resto de la página, para conservar la uniformidad*
- *La animación que se muestra en la parte superior de las páginas del sitio esta bien*
- *Los logotipos enlazan a otras páginas se verían mejor si fueran en una sola línea, si se quiere destacar algún logotipo, solo se coloca justificado a la izquierda*
- *Tal vez se podría hacer más angosto el menú para dejar más amplia el área de visualización de los contenidos*
- *El sitio es de fácil lectura y claro en las instrucciones de trabajo*
- *La bienvenida de la página inicial es muy extensa*
- *No hay problemas para ingresar a los apartados, es fácil navegar por las diferentes secciones y herramientas que están activas hasta el momento.*

Según las opiniones y comentarios de los expertos, se pudo llegar a la conclusión de que el sitio Web PIAC cumple con varios aspectos importantes que lo hacen ser un sitio con un buen nivel de usabilidad. Se continuó trabajando en los aspectos que se señalaron como debilidades, con el propósito de mejorar el sitio una vez que se empleara con los estudiantes.

#### **IV.5.3 Test de Usuarios**

El test de usuarios es el tipo de evaluación más importante, ya que además de descubrir problemas y mejoras para un sitio Web, es la forma más cercana de aproximarse al uso real del mismo sitio.

Instrumentos: la evaluación de test de usuarios se llevó a cabo con 17 alumnos de primer ingreso de la carrera de Ingeniería en Telemática de la Universidad de Colima, quienes

todavía no han llevado cursos de Cálculo. Para realizar dicha evaluación, se utilizaron dos instrumentos, los cuales se describen a continuación:

Primeramente, se les entregó a los usuarios un documento con el siguiente texto:

Estimado usuario:

Para la evaluación de la usabilidad del sitio Web “PIAC”, necesitamos de tu valiosa cooperación. Se te solicita amablemente navegar por el sitio Web, cuya dirección es:  
<http://telematicanet.ucol.mx/piac/>, una vez dentro del sitio realizar las siguientes actividades:

\*NOTA: Si durante la navegación por el sitio Web tienes algún comentario, te pedimos que lo hagas en voz alta.

Si alguna actividad no la puedes realizar, coméntasela al observador y pasa a la siguiente. Debes de sentirte en plena confianza y siéntete con la seguridad de que si durante las actividades se presenta algún problema, no es un problema tuyo sino del sitio Web.

- Crea una cuenta nueva
- Entra al sitio
- Consulta el tema de funciones del sitio
- Localiza el planteamiento del concepto de función
- Localiza la calculadora
- Realiza el ejercicio dentro de las instrucciones en el concepto de función
- Localiza la graficadora
- Encuentra como trasladarte del PIAC a la página Web de la Universidad de Colima

Es importante aclarar que con estas actividades se está evaluando al sitio Web y no al usuario.

Posteriormente, se les solicitó a los usuarios responder el cuestionario de la figura 17.

En esta parte de la evaluación, se les pidió a los usuarios que leyeran detenidamente cada uno de los enunciados y seleccionaran entre las opciones de respuesta la que mejor correspondiera a su percepción sobre la Plataforma Interactiva de Aprendizaje para el Cálculo.

### ***Resultados de la evaluación de usuarios***

Para la primera parte de la evaluación con los usuarios, se llegó a los siguientes resultados:

- Se encontró que el total de los usuarios (17) pudieron entrar sin ningún problema al sitio Web indicado y realizaron perfectamente las ocho actividades que se les encomendaron, con un tiempo mínimo de 15 minutos y un máximo de 30 minutos.

	<b>En Desacuerdo</b>	<b>Regular acuerdo</b>	<b>De Acuerdo</b>
1.- Puedo encontrar rápidamente lo que estoy buscando en este sitio			
2.- Este sitio me parece lógico			
3.- Las páginas de este sitio son agradables			
4.- Consigo lo que quiero cuando hago clic en las ligas			
5.- Considero inadecuados los tamaños de letra, imágenes y gráficas			
6.- Considero difícil de usar el sitio			
7.- Este sitio me ayuda a encontrar lo que estoy buscando			
8.- Aprender a encontrar mi camino en este sitio es un problema			
9.- Todo en este sitio es fácil de entender			
10.- Las actividades del sitio son fáciles de realizar			
11.- Este sitio es muy interesante para mí			
12.- Es difícil decir si este sitio Web tiene lo que deseo			
13.- El uso del ambiente me motivó a aprender el tema de matemáticas			
14.- El empleo del sitio me generó la inquietud de explorar otro tema			
15.- Considero interesantes las actividades del sitio			
16.- Necesito aprender muchas cosas antes de utilizar en el sitio			
17.- Me gustará visitar con frecuencia este sitio			
18.- Las instrucciones y advertencias son de ayuda			
19.- El modo en el que se presenta la información del sistema es clara y comprensible			
20.- El sitio responde demasiado despacio a las peticiones que se le hacen			

Comentarios u observaciones:

---



---

Figura 17: Cuestionario aplicado a usuarios en la evaluación de usabilidad de la plataforma PIAC

- Al estar realizando las actividades algunos usuarios hicieron los siguientes comentarios en voz alta:
  - *En las secciones de contenido, se observa mucho texto y es molesto tener que estar utilizando el teclado o el mouse constantemente para poder leer toda la información.*
  - *Algunos ejercicios no están funcionando correctamente.*

- *Me marca un error al momento de crear una nueva cuenta dentro del sitio Web, pues al llenar el campo de usuario ingreso el carácter especial “»”, y me envía una página de error del servidor del sitio, en el que se indica el problema pero a manera de código.*

En este último caso, el problema grave que se reportó fue que no estaban validados correctamente los campos para crear una nueva cuenta dentro del sitio Web.

Respecto a la segunda parte de la evaluación, la aplicación del cuestionario, se obtuvieron los siguientes resultados condensados en la tabla XIV, en la que se expresa la relación del cuestionario y el número de usuarios, según la respuesta que hayan elegido. Los enunciados 1, 2, 4, 10 y 19 son los que tuvieron una puntuación de mayor concordancia, mientras que en los enunciados 6 y 20 mostraron mayor desacuerdo.

Tabla XIV. Resultados del cuestionario aplicado a los usuarios.

Enunciado	En desacuerdo	Regular acuerdo	De acuerdo
1.- Puedo encontrar rápidamente lo que estoy buscando en este sitio	0	5	12
2.- Este sitio me parece lógico	0	2	15
3.- Las páginas de este sitio son agradables	0	6	11
4.- Consigo lo que quiero cuando hago clic en las ligas	0	3	14
5.- Considero inadecuados los tamaños de letra, imágenes y gráficas	7	6	4
6.- Considero difícil de usar el sitio	12	3	2
7.- Este sitio me ayuda a encontrar lo que estoy buscando	1	7	9
8.- Aprender a encontrar mi camino en este sitio es un problema	8	7	2
9.- Todo en este sitio es fácil de entender	0	5	12
10.- Las actividades del sitio son fáciles de realizar	1	1	15
11.- Este sitio es muy interesante para mí	3	6	8
12.- Es difícil decir si este sitio Web tiene lo que deseo	4	8	5
13.- El uso del ambiente me motivó a aprender el tema de matemáticas	4	4	9
14.- El empleo del sitio me generó la inquietud de explorar otro tema	5	4	8
15.- Considero interesantes las actividades del sitio	3	3	11
16.- Necesito aprender muchas cosas antes de utilizar en el sitio	7	8	2
17.- Me gustará visitar con frecuencia este sitio	3	9	5
18.- Las instrucciones y advertencias son de ayuda	1	6	10
19.- El modo en el que se presenta la información del sistema es clara y comprensible	0	4	13
20.- El sitio responde demasiado despacio a las peticiones que se le hacen	12	5	0

La puntuación obtenida fue bastante buena y refleja un grado de usabilidad bastante aceptable de la plataforma. También se muestran de manera gráfica, en la figura 18, las frecuencias de cada categoría para cada enunciado respecto de los resultados de la encuesta a usuarios.

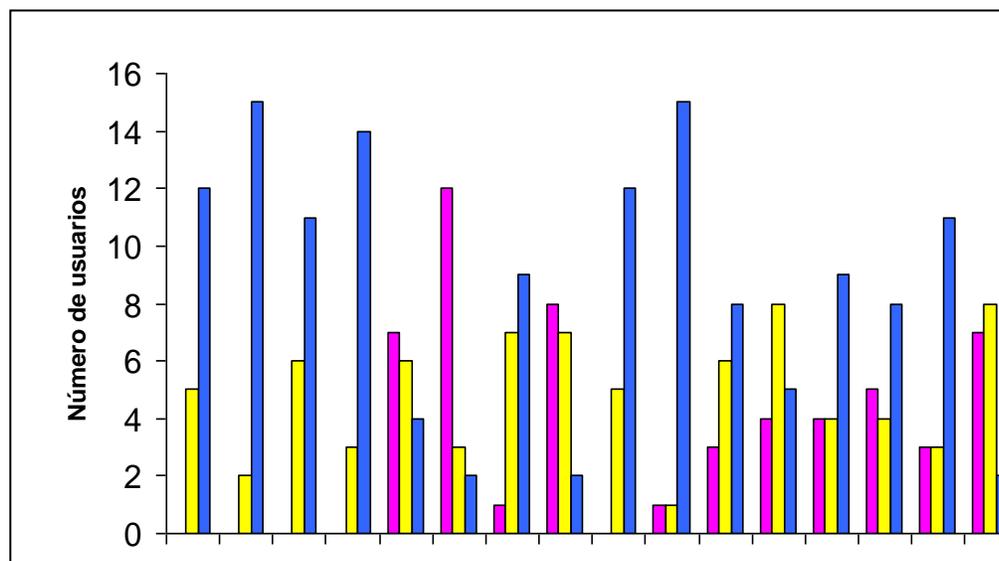


Figura 18: Gráfica de los resultados de la encuesta aplicada a los usuarios.

Un resumen de los comentarios u observaciones que hicieron los usuarios respecto de la usabilidad de la plataforma son los siguientes:

- *Faltan instrucciones de cómo utilizar la graficadora, aunque buscándole es muy sencilla, pero me gustaría también que se indique el tipo de sintaxis que se requiere para la entrada de datos*
- *Cuando la página sea muy extensa, es necesario colocar un link al final de la página que te lleve al principio de la misma página*
- *No están validados algunos caracteres, y si se ingresa alguno de estos caracteres cuando se quiere crear una nueva cuenta, marca un error al cargar el nombre de usuario.*
- *Está muy bien la interfaz gráfica.*

- *Cuando deseo abrir la calculadora o la graficadora no lo hace, a menos que presione la tecla ctrl.*
- *Sería mucho más fácil y práctico si la calculadora se pudiera manejar con el teclado, ya que es más tedioso estar digitando los números con el mouse.*
- *Verificar la información que se presenta en los módulos.*
- *Es muy buena la idea en la que se presentan los temas de las matemáticas, de forma gráfica y con ejercicios ilustrativos, que ayudan para el estudio de la misma materia.*
- *Sería una ayuda si en cada tema se pusiera un link que nos llevará a páginas donde se muestren más ejemplos del mismo tema, o algunas recomendaciones de libros, artículos, etc.*

En la tabla XV se muestran los resultados del test aplicado a los participantes en la evaluación, utilizando la escala de SUS, System Usability Scale (Nielsen, 2006). Esta escala, como ya se mencionó anteriormente, nos indica el grado de usabilidad del sitio, según la satisfacción de cada usuario:

Tabla XV. Resultados del test aplicado a los usuarios en la escala de SUS.

Número de encuesta de usuario	Puntuación en escala de SUS
1	65
2	75
3	67.5
4	75
5	72.5
6	70
7	60
8	67.5
9	75
10	72.5
11	59.5
12	55
13	82
14	62.5
15	80
16	83
17	70

Se muestra la gráfica representando los datos de la tabla XV en la figura 19.

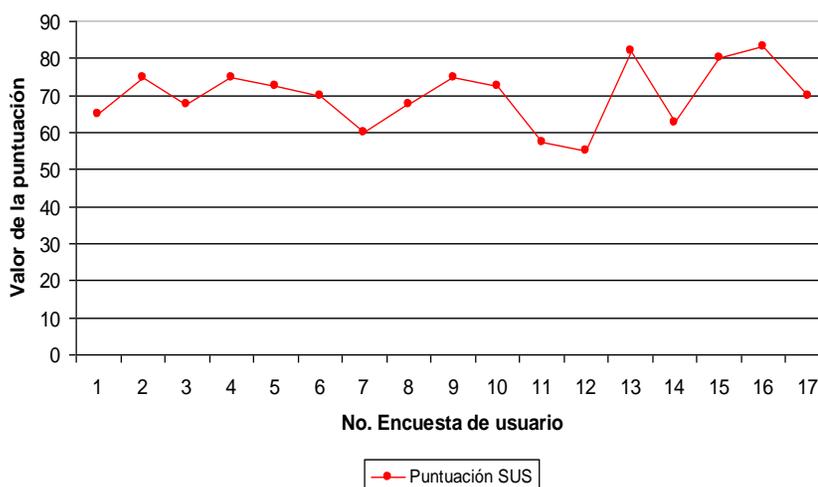


Figura 19: Gráfica de los resultados con escala de SUS de la encuesta aplicada a usuarios.

Como se puede observar en los datos presentados en la figura 18, el valor mínimo de puntuación SUS fue de 55 y el máximo fue 83, dando un promedio de 70.11 puntos, lo que indica que los usuarios consideran que el sitio Web tiene un buen nivel de usabilidad; además de que el objetivo que se les planteó a los usuarios se cumplió satisfactoriamente pues las actividades fueron completadas en su totalidad.

Posteriormente, se procedió a completar los contenidos tomando en cuenta las recomendaciones y valoraciones de este análisis de usabilidad. La finalización de los contenidos de la plataforma electrónica se llevó a cabo siguiendo los estándares de diseño y se preparó cuidadosamente el llenado de los metadatos (IEEE-Committe, 2002; IEEE, 2006, 2007).

En el desarrollo de un sistema gestor de aprendizaje, como lo es la plataforma PIAC, en donde la integración y el uso de las tecnologías de la información y la comunicación son medios que favorecen la creación de estos ambientes. Mediante su uso, sea posible apoyar a los estudiantes en su aprendizaje y se logre la mediación entre el conocimiento, el maestro y el alumno. La creación de este tipo de ambientes, implica desarrollar una metodología didáctica adecuada basada en la selección y planeación de estrategias de aprendizaje, donde

primero se debe identificar las tecnologías que permitan potenciar el logro de los objetivos a alcanzar.

El ambiente de aprendizaje PIAC que se desarrolló se puede utilizar tanto para la modalidad presencial o a distancia, y en este sentido, el sistema:

- Delimita los conceptos que se exploran, estudian y aprenden significativamente.
- Está estructurada considerando las necesidades manifestadas por los docentes, de tal manera que los estudiantes puedan abordar el aprendizaje de manera sistémica y flexible para permitir la tendencia hacia el aprendizaje autónomo.
- Propicia la interacción entre los usuarios y el sistema y a través de las actividades que incluye se promueve la reflexión entre los involucrados.
- Incorpora herramientas y materiales didácticos basados en las tecnologías de la información y comunicación para favorecer el proceso enseñanza aprendizaje del Cálculo.
- Permite al docente aplicar, adaptar y/o crear estrategias y técnicas didácticas haciendo uso de las TIC's.

En el diseño y uso de cualquier objeto de aprendizaje o componente de software es necesario contar con un ambiente electrónico o marco apropiado, en este caso, la plataforma PIAC cumple como contenedor de los 30 objetos de aprendizaje desarrollados. Previamente se trabajó con las *unidades de aprendizaje* y una metodología de desarrollo, pues lo realmente importante son las actividades en las que se encuentran implicados tales OA.

El entorno desarrollado contiene los recursos y los servicios necesarios para realizar cada actividad propuesta, y se considera que los alumnos aprenden realizando actividades con ayuda del sistema, por lo que los objetos de aprendizaje son recursos que permitan o facilitan la tarea.

La herramienta se desarrolló como apoyo al aprendizaje del Cálculo para el nivel superior con objetos de aprendizaje y enfoque innovador, con contenidos que forman parte del currículo de matemáticas. La creación de los objetos de aprendizaje estuvo basada en estándares reconocidos (IEEE, 2006; LOM, 2008). Posteriormente se realizó un análisis de usabilidad de la plataforma para validar la interfaz y funcionalidad, obteniendo un buen resultado con una valoración de 71 puntos en la escala SUS por parte de los usuarios, en el análisis técnico cumplió 28 de 40 requisitos (70%, en la primera fase y 35 requisitos al final que corresponde a un 87.5%); por parte de los evaluadores tuvo una buena valoración y se atendieron las recomendaciones que éstos señalaron (Ursúa-Moctezuma y Andrade-Aréchiga, 2008).

La creación de una plataforma educativa conlleva una gran cantidad de tareas, entre las que destacan:

1. Análisis de los elementos de software que se abordarán.
2. Modelos de aprendizaje y pedagógico para el diseño del contenido educativo.
3. Diseño instruccional de los materiales.
4. Evaluación continua de los materiales desarrollados.
5. Análisis de usabilidad de la plataforma electrónica.
6. Desarrollo de cada una de las unidades de aprendizaje.
7. Ajuste de los contenidos educativos con base en las evaluaciones.
8. Elección apropiada de las herramientas tecnológicas de desarrollo.

Además de aplicar con eficacia las TIC para el desarrollo, éstas deben ser utilizadas con una estrategia pedagógica en la enseñanza la cual tenga como objetivo la disponibilidad de diferentes recursos hacia el estudiante. El aprendizaje centrado en el alumno requiere que los profesores entiendan muchos factores, entre ellos están el contenido del curso, la pedagogía y la tecnología para crear el acoplamiento de ambientes de aprendizaje más competitivos y completos. Para cumplir con el propósito de ayudar en el proceso enseñanza-aprendizaje, en particular de las matemáticas, y que el rendimiento de los estudiantes se vea favorecido, es necesario implementarla con grupos formales de

licenciatura que tengan este curso incluido en la currícula de su carrera. Por lo que la experimentación y los resultados de la implementación de la plataforma en un curso formal de Cálculo son descritos en el siguiente capítulo.

## Capítulo V

---

### EXPERIMENTACIÓN Y RESULTADOS

---

La utilización correcta de herramientas de software es de gran importancia y representa uno de los factores de éxito crítico para alcanzar y mantener la dirección de su desarrollo y uso. Además, es recomendable que ésta tenga un acercamiento apropiado con los usuarios. En recursos educativos es fundamental estimar el impacto y riesgo del uso de la tecnología en ambientes de aprendizaje escolarizados. Este impacto debe tener en cuenta varios aspectos, el más pertinente es que se lleve a cabo una evaluación basada tanto en elementos cualitativos como cuantitativos.

Se requiere evaluar si el ambiente electrónico creado para el nivel educativo universitario apoya el proceso enseñanza-aprendizaje, y ayuda a reducir el problema de bajo rendimiento, reprobación y deserción que se analizó en el capítulo II. Para ello fue necesaria la implementación de la plataforma electrónica de aprendizaje en grupos formales de educación universitaria. Esto fue posible, dada la buena disponibilidad por parte de los profesores de este nivel educativo descrita en el capítulo III, como parte de los resultados de la encuesta aplicada a los docentes.

La creación de la plataforma electrónica PIAC conllevó una gran cantidad de tareas, entre las que destacan: análisis de los elementos de software, modelos de aprendizaje y pedagógicos para el diseño del contenido educativo (Leatham, 2008), diseño instruccional de los materiales, evaluación continua de los materiales, desarrollo de cada una de las unidades de aprendizaje, análisis de usabilidad de la plataforma electrónica, ajuste de los contenidos educativos con base en las evaluaciones y la elección apropiada de las

herramientas tecnológicas de desarrollo, descritas en el capítulo 4. Sin embargo, además de emplear con eficacia las TIC para el desarrollo de la plataforma, ésta debe ser evaluada en un ambiente natural para el cual se creó.

Para cumplir con el propósito de medir si la intervención de herramientas basadas en TIC's ayudan en el proceso enseñanza-aprendizaje, en particular de las matemáticas, y que el rendimiento académico de los estudiantes se pueda ver favorecido, se empleó la plataforma PIAC con grupos formales de licenciatura que tuvieran incluido el curso de Cálculo en la currícula de su carrera. La experimentación y los resultados de esta implementación en un curso formal de Cálculo son descritos en el presente capítulo.

## **V.1 Fundamentos del diseño del experimento**

La validez y confiabilidad de un trabajo científico descansa primordialmente en la selección del método de investigación y de los procedimientos para seleccionar la población y la muestra, así como para recolectar y analizar los datos. Se infiere la necesidad de elaborar un plan coherente y racional de trabajo, para llevar a cabo dichas actividades, el cual se denomina diseño de investigación. El diseño de una investigación está entonces constituido por el conjunto de actividades sucesivas y organizadas que se adaptan a las particularidades de la investigación y que especifican los métodos o pruebas a efectuar y las técnicas a utilizar para verificar las hipótesis o lograr los objetivos del estudio (King y Minium, 2003).

El diseño es la expresión integrada y operacionalizada de la estrategia metodológica de la investigación. Para el caso que se presenta, el tipo de diseño que se consideró es cuantitativo, dado que describe y explica el fenómeno de aprendizaje de los estudiantes bajo el esquema del uso de la plataforma electrónica de aprendizaje para dos grupos del estudio y el esquema tradicional en otros dos grupos, en cuanto al rendimiento de los estudiantes; y por otro lado cualitativo pues proporciona una descripción real y profunda del fenómeno abordado.

En la mayoría de las investigaciones educativas es imposible formar grupos con la única finalidad de hacer investigación, por lo que se requiere tomar los grupos intactos (León y Montero, 1997). Este hecho permite destacar que un gran número de los estudios que se llevan a cabo son del tipo cuasiexperimental.

En el método cuasiexperimental se realiza una intervención sobre un grupo y se determinan los efectos que se producen como consecuencia de ésta (Hernández *et al.*, 2004). Este método consta de dos procesos: manipulación y tratamiento. La manipulación da origen al tratamiento y se define a través de la variable independiente. El tratamiento constituye la causa primaria cuyos efectos se quieren determinar.

El tipo de investigación en este proyecto es cuasiexperimental, dado que es un proceso sometido a un control menos riguroso que el experimental y éste se aplica cuando no es posible mantener estrictas condiciones de laboratorio. Para este caso, no es posible realizar elección de sujetos al azar para formar los grupos experimental y control, pues los grupos se toman tal y como existen en la realidad.

En este proyecto, la manipulación de la variable independiente (uso de la plataforma interactiva de aprendizaje para el Cálculo) es un proceso deliberado; los cambios tienen su efecto sobre una conducta o comportamiento de la población o de la muestra de interés y el tratamiento puede o no producir efectos sobre la población o muestra tratada. El efecto, si es que se produce, cambia la población o la muestra en la característica de interés.

Una de las formas de investigación cualitativa más utilizada en educación es la investigación de acción. Dicha metodología permite conocer y mejorar programas y métodos educativos a través de un proceso de desarrollo e investigación progresivos (León y Montero, 1997). En la práctica se requiere combinar este método con otros de carácter cuantitativo. La investigación de acción consiste en el desarrollo de nuevas habilidades o de nuevos enfoques para buscar soluciones de problemas, mediante la aplicación directa y

participativa del proceso de investigación en el aula o en cualquier otro ambiente natural y este tipo de investigación se presta para diseñar y validar innovaciones.

En la investigación de acción los resultados tienen aplicación directa en la vida cotidiana, los métodos utilizados son flexibles pues pueden cambiar durante el estudio y no se aplican métodos de control estricto de variables. Tal es el caso que se aborda en la presente investigación y en el que se quiere demostrar que **la intervención de la plataforma electrónica y en particular la inclusión de objetos de aprendizaje, favorecen los resultados de aprendizaje de los estudiantes.**

## V.2 Experimento

Durante un periodo de 2 meses, se hicieron 8 pruebas piloto con las sesiones completas del módulo de funciones del sistema electrónico Plataforma Interactiva de Aprendizaje para el Cálculo (PIAC) a pequeños grupos de usuarios (piloteo), como se señala en el plan de análisis de usabilidad ya mencionado en la sección de Análisis de usabilidad del capítulo IV.

En un ambiente escolarizado (salón de clases) de nivel licenciatura, se trabajó, durante 2 meses con la Plataforma Interactiva de Aprendizaje para el Cálculo, utilizando los objetos de aprendizaje en la enseñanza del módulo 1 y 2 correspondiente a las unidades de Funciones y Límites y Continuidad. Se midió el impacto de la utilización de éstos en el aprendizaje para dos grupos de carrera distinta del nivel licenciatura. En ese momento, ya se habían identificado los temas, se habían elaborado los objetos de aprendizaje (OA), y se habían desarrollado todas las actividades; es decir, el ambiente electrónico estuvo listo antes de iniciar la experimentación.

Se llevó a cabo la observación, por 3 observadores previamente entrenados para tal actividad. Fueron 4 grupos participantes: 2 de éstos empleando la plataforma (un grupo de la carrera de Ingeniería en Telemática y el otro de la Licenciatura en Informática) y 2 sin el

uso de ésta (un grupo de la carrera de Ingeniería en Telemática y el otro de la Licenciatura en Informática), durante las 140 sesiones, con duración de 1 hora cada una, que abarcó la experimentación. Después de este periodo ya no se utilizó la plataforma durante las clases en los grupos experimental.

### **V.3 Planeación**

La formación y asignación de los grupos para la investigación cuasiexperimental se realizó de acuerdo a los grupos y carreras vigentes en el semestre cuando se hizo la experimentación. Considerando que la Universidad de Colima cuenta con 9 carreras que incluyen el curso de Cálculo en su currícula, se eligió a 2 de estas carreras para la experimentación por las condiciones operativas que su implementación requiere, tales como: permisos a las autoridades administrativas, adecuación de horarios, disponibilidad de infraestructura, capacitación de profesores y ubicación de las facultades, quedando conformados 4 grupos. Dos de ellos de la carrera de Ingeniería en Telemática y los otros dos de la carrera de Licenciatura en Informática.

### **V.4 Fases**

Durante la experimentación se ejecutaron las siguientes etapas:

Etapa 1: Capacitación de participantes

- a) Capacitación a observadores: se entrenó a 3 observadores por un periodo de una semana, con duración total de 5 horas, en el cual se explicó y ejercitó sobre el llenado del instrumento de observación, así como unificación de criterios. El perfil de los observadores fue el siguiente: una mujer egresada de la carrera de Informática, un estudiante del último semestre de la carrera de matemáticas en la Facultad de Ciencias de la Educación y una mujer egresada de la maestría en Tecnología Educativa.

- b) Capacitación a profesores: se llevó a cabo durante una semana, con duración total de 6 horas (2 horas durante tres días). Se capacitó a 2 profesores en el uso de la herramienta y técnicas didácticas utilizando el modelo de la unidad didáctica que se mostró en el capítulo 4. En este periodo se revisaron también todas las actividades que se iban a aplicar durante la experimentación y se acordaron los instrumentos de evaluación. También se hizo un entrenamiento con el sistema de evaluación que tiene el sistema PIAC.
- c) Inducción a los estudiantes: se hizo satisfactoriamente el primer día de clases, con una duración de 10 minutos, explicando en la plataforma el propósito y lo que ésta contiene. Primeramente se les indicó a los estudiantes que se dieran de alta en el sistema y aprendieron a utilizar el sistema.

#### Etapa 2: Elaboración de los instrumentos de medición

- a) Desarrollo de instrumentos de medición. Se elaboraron 5 instrumentos para recabar información tanto cualitativa como cuantitativa (cada uno de éstos se describe más ampliamente en párrafos siguientes):
  1. Instrumento de observación diaria, para aplicarse diariamente durante el periodo de experimentación.
  2. Inventario de percepciones metacognitivas, para aplicarse al inicio del curso con el propósito conocer los hábitos y habilidades de los estudiantes de todos los grupos.
  3. Encuesta de usuarios sobre el uso de la plataforma. Se aplicó al final de la experimentación a los grupos experimental.
  4. Guía para entrevistas para el profesor y alumnos. Se aplicó al final de la experimentación a los grupos experimental y a la profesora participante.
  5. Instrumento final de opinión respecto a la metodología, aplicado al término del semestre.

### Etapa 3. Ejecución del experimento

- a) Registro de los datos entre los grupos: dos de experimentación con los que se utilizó el ambiente electrónico y otros dos con los que se continuó empleando el proceso de enseñanza tradicional, esto se realizó por un periodo de 6 meses.
- b) A todos los grupos se les aplicaron los mismos exámenes para medir conocimientos, además las actividades que realizaron fueron las mismas y realizaron idénticos ejercicios. Para ello se elaboró un cronograma de actividades por sesión. Los materiales, exámenes y actividades estuvieron elaborados desde el inicio del curso, los cuales consistieron en:
  - 5 exámenes rápidos
  - 5 instrumentos de participación en el aula de clase
  - 6 tareas
  - 1 examen global del periodo
- c) Etapas de revisión del proceso, que comprende: qué se hizo bien, qué faltó, qué problemas se están presentando. Durante la primera semana se hizo diariamente y después una vez por semana.

### Etapa 4. Análisis de datos

- a) Registro de todos los datos relativos al rendimiento académico de los 4 grupos participantes
- b) Identificación de los métodos estadísticos necesarios para el análisis de la información
- c) Análisis de la información obtenida

## V.5 Análisis y procesamiento de los datos

Para el análisis de los datos y su procesamiento, se consideró conveniente aplicar pruebas respecto del procedimiento experimental y consistieron en:

- a) pruebas comparativas: entre todos los grupos, respecto a los resultados de los exámenes que se efectuaron y con las actividades que se desarrollaron, ejercicios, participaciones y tareas.
- b) mediciones paramétricas, para describir características de toda la población. En este sentido, se implica una estimación de los parámetros de la población con base en muestras estadísticas. Mientras más grande sea la muestra más exacta será la estimación, mientras más pequeña, más distorsionada será la media de las muestras por los valores raros extremos.
- c) mediciones no paramétricas: en las cuales se perciban niveles de actitud hacia la clase, percepción de agrado sobre las actividades, nivel de motivación, grado de acuerdo o desacuerdo con el modelo de aprendizaje.

Como requisito para algunas de las pruebas estadísticas utilizadas, fue necesario hacer:

- a) Pruebas de normalidad de los grupos, con el propósito de tener la certidumbre de que los grupos provienen de una distribución normal. Esto impacta en los requisitos para la utilización de pruebas paramétricas, ya que cuando se analizan datos medidos por una variable cuantitativa continua, las pruebas estadísticas de estimación y contraste frecuentemente empleadas se basan en suponer que se ha obtenido una muestra aleatoria de una distribución de probabilidad de tipo normal o de Gauss. Cuando esta suposición no resulta válida, los datos se pueden transformar de tal manera que sigan una distribución normal, o bien se puede acudir a pruebas estadísticas no paramétricas. Dentro de las pruebas paramétricas, las más habituales se basan en la distribución de probabilidad

normal, y al estimar los parámetros del modelo se supone que los datos constituyen una muestra aleatoria de esa distribución, por lo que la elección del estimador y el cálculo de la precisión de la estimación, elementos básicos para construir intervalos de confianza y contrastar hipótesis, dependen del modelo probabilístico supuesto (Freedman *et al.*, 2007).

- b) Pruebas de homogeneidad entre los grupos, para detectar que no hubiera diferencias significativas antes de la experimentación y que después de ésta sí se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los grupos.
- c) Pruebas de hipótesis, con el estadístico t-Student que permite medir la diferencia con respecto de la media entre las calificaciones de los grupos independientes; ya que se requiere determinar si la diferencia que se observa en las medias de la calificaciones es una diferencia que se puede atribuir a proceso de selección aleatoria o a un efecto producto de una intervención manipulada.

## **V.6 Resultados**

Una vez llevado a cabo el plan de experimentación descrito en la sección anterior, se tuvieron los resultados que se detallan enseguida.

### **V.6.1 Descripción de la muestra de estudio del experimento.**

El total de participantes fue de 102 estudiantes universitarios, los cuales estuvieron inscritos en el curso de Cálculo en tercer semestre de su respectiva carrera. Estudiantes de las carreras de Ingeniería en Telemática (dos grupos, 1 grupo experimental y el otro de control<sup>14</sup>) y de Licenciatura en Informática (dos grupos, 1 grupo experimental y el otro de control), como se muestra en la tabla XVI.

---

<sup>14</sup> Grupo control: al cual se omite deliberadamente la condición de prueba, en este caso el uso de la Plataforma electrónica de aprendizaje.

Tabla XVI. Descripción de los grupos participantes en la experimentación.

Grupo	Tipo de grupo	Carrera	Número de estudiantes	Promedio de edad
A	Experimental	Ing. en Telemática	28 3 mujeres 25 hombres	19.7 años
B	Control	Lic. en Informática	33 6 mujeres 27 hombres	19.6 años
D	Experimental	Ing. en Telemática	22 9 mujeres 13 hombres	21.1 años
E	Control	Lic. en Informática	19 5 mujeres 14 hombres	20.6 años

### V.6.2 Experimentación

Se aplicó, por día, el mismo material a todos los grupos. Además se tomaron las siguientes consideraciones:

1. Primeramente se hizo un análisis para detectar si hubiera diferencias significativas entre los grupos, considerando sus resultados académicos de ingreso y sus calificaciones durante los semestres previos inmediatos de la carrera. Es decir, constatar que no hay diferencias significativas que pudieran afectar la validez del experimento. Este análisis se muestra detalladamente en la sección V.6.5.

2. Tres observadores participaron en todas las sesiones de todos los grupos, esto con la finalidad de que la información sea lo más apegada a un criterio común. La observación fue de tipo no participativa, usando el instrumento que se muestra en el apéndice F, y en el cual se hizo:

- Con respecto a los alumnos: registro de actitudes durante cada sesión, cantidad de participaciones, ambiente general del grupo, nivel de participación, actitud hacia el desarrollo del tema, grado de interés hacia las actividades (Cangelosi, 2004).

- Con respecto al profesor: registros del nivel de intervención en la explicación del tema, actitud hacia los estudiantes, grado en que se promueve la participación de los estudiantes, nivel de atraer el interés de los estudiantes, grado para mantener el interés de la clase, nivel de desarrollo en forma variada de la clase.

3. Con el propósito de que no hubiera sesgo en la experimentación, se decidió que solo un profesor impartiera el curso, tanto a los grupos control como a los grupos experimentales, para que las condiciones fueran exactamente las mismas y que las variaciones que se presentaran no fueran por la participación de profesores distintos en la experimentación.

4. Se aplicó el instrumento: Inventario de Percepciones Metacognitivas (Metacognitive Awareness Inventory (Schraw y Dennison, 2007) con el propósito de identificar las habilidades, destrezas y hábitos de los estudiantes, participantes en el experimento, hacia el aprendizaje y los procesos cognitivos. Este instrumento consta de 50 enunciados y evalúa los conocimientos sobre los procesos cognitivos y la regulación de los procesos cognitivos. Las preguntas se deben responder con “Si” o “No” si el estudiante considera que realiza el proceso que se evalúa con cada pregunta (el inventario se encuentra completo en el apéndice G).

5. Pruebas Objetivas de Conocimiento: Se elaboraron 5 exámenes de conocimientos concernientes a cada tema de estudio y 1 examen parcial. Con la aplicación de estas pruebas fue posible evaluar el nivel de conocimiento que tenían después de participar en el proceso de enseñanza-aprendizaje con y sin la plataforma, un ejemplo de estos exámenes se muestra en el apéndice H.

6. Al término de la experimentación, se aplicó un instrumento de opinión respecto al uso de la plataforma en sus clases a los estudiantes de los grupos control, para detectar niveles de percepción hacia el diseño de la plataforma, complejidad del uso del ambiente de aprendizaje, percepción del efecto del aprendizaje y motivación (apéndice I).

7. Para finalizar, se hicieron 7 entrevistas a estudiantes y 1 entrevista al profesor, con el propósito de confirmar algunas suposiciones y recabar la opinión de éstos hacia la

experimentación. Las preguntas guía para las respectivas entrevistas, se encuentran en el apéndice J.

A los 4 grupos participantes se les aplicaron los mismos exámenes para medir conocimientos, así como las actividades por escrito durante cada clase, tareas e idénticos ejercicios. Para ello se elaboró un cronograma de actividades por sesión. Los materiales, exámenes y actividades estuvieron elaborados desde el inicio del curso.

### V.6.3 Normalización de los grupos

Primeramente, con el propósito de comprobar si los datos de los grupos con los que estaremos trabajando provienen de una distribución normal, se aplicó el Test de normalidad para cada uno de los grupos, a partir de los promedios de calificaciones de los estudiantes

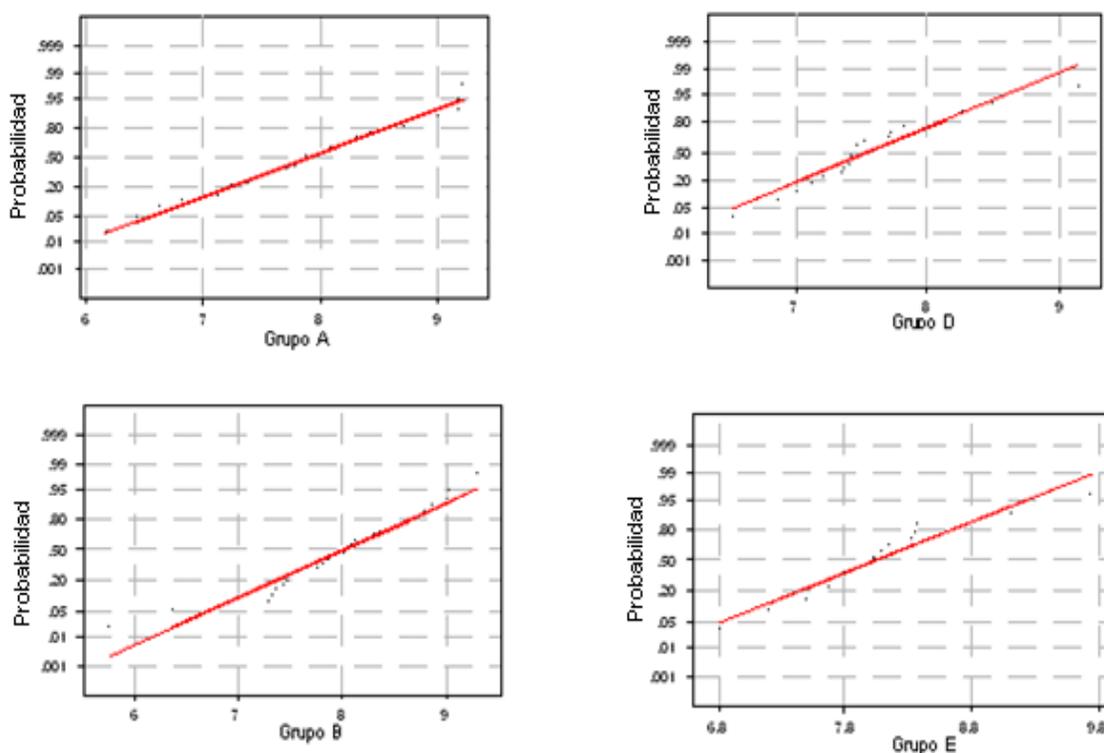


Figura 20: Gráficas de los resultados de análisis de normalización de los grupos participantes antes de la experimentación.

hasta el semestre inmediato anterior a la experimentación, los cuales se muestran en la tabla XVII.

Tabla XVII. Promedio de calificaciones hasta el semestre inmediato anterior de los grupos participantes en la experimentación.

	Grupo A	Grupo B	Grupo D	Grupo E
Promedio grupo	<b>7.879</b>	<b>7.996</b>	<b>7.561</b>	<b>8.03</b>
Estudiante				
1	7.83	8.48	8.26	7.68
2	7.50	7.28	7.42	8.16
3	9.18	7.44	7.70	8.33
4	6.41	7.48	6.52	7.97
5	7.61	9.29	7.51	8.09
6	7.72	8.78	7.46	8.03
7	7.88	5.75	7.20	9.74
8	9.18	8.79	7.40	6.81
9	6.81	7.33	7.72	9.11
10	9.01	8.02	6.86	7.48
11	6.16	8.36	7.42	8.04
12	8.03	7.36	7.01	7.71
13	7.22	9.03	7.82	7.79
14	8.43	8.30	8.13	8.36
15	8.55	7.93	7.12	7.68
16	7.38	7.49	7.36	8.37
17	8.73	8.13	7.42	7.19
18	7.50	8.03	8.49	8.51
19	8.21	8.62	7.35	7.59
20	7.13	7.88	9.14	
21	7.24	7.82	7.71	
22	8.32	9.01	7.42	
23	7.78	8.09		
24	8.71	6.35		
25	6.61	8.08		
26	9.22	8.86		
27	7.98	8.67		
28	8.29	7.49		
29		8.13		
30		8.13		
31		7.77		
32		7.82		
33		7.91		

Se aplicó el test Anderson-Darling (King y Minium, 2003), basado en comparación con la función de distribución normal, con el software Minitab, versión 13.20. Esta prueba señala

que cuanto más alineados estén los datos, es indicativo de que éstos se ajustan más a la distribución normal y se refleja a través del valor del estadístico  $p$ , el cual indica que un valor por arriba de 0.05 muestra que los datos provienen de una distribución normal (Freedman *et al.*, 2007; Freund *et al.*, 2000), como se observa en la figura 20. El resultado de esta prueba corroboró que los grupos provienen de una distribución normal, pues el valor del estadístico “ $p$ ” para cada uno de los casos fue mayor que 0.05, como se refleja en los datos de la tabla XVIII.

Tabla XVIII. Datos del análisis de normalidad de los cuatro grupos participantes en el experimento.

Grupo	Promedio	Desviación Estándar	Valor de $p$	¿cumple el requisito de normalidad?
A	7.879	0.840	0.942	Sí
B	7.996	0.739	0.209	Sí
D	7.561	0.564	0.083	Sí
E	8.03	0.656	0.175	Sí

Dado que los cuatro grupos provienen de una distribución normal, como se observa en la figura 20 y corroborado con los datos de la tabla XVIII, se cumple con el requisito para la utilización de pruebas paramétricas en el análisis de datos que se deriven de la experimentación (Siegel y Castellan, 1988).

#### **V.6.4 Homogeneidad entre los grupos**

Otro aspecto muy importante de analizar es que entre los grupos, por carrera y entre sí, sean significativamente homogéneos con respecto al rendimiento académico, es decir que no presenten diferencias estadísticamente significativas, antes de la experimentación. El interés radica en tomar una decisión acerca de si el comportamiento de los grupos por carrera es homogéneo respecto de su promedio de calificaciones. Esto con el propósito de que los resultados que se obtengan de la experimentación permitan inferir si la intervención del uso o no de la plataforma electrónica de aprendizaje durante sus clases es un factor que influye en su rendimiento. El análisis que se hizo para analizar la homogeneidad está

basado en el análisis 2-Muestreo t (Berenson y Levine, 2006), ya que entre grupos independientes y de tamaño distinto se analiza la hipótesis de la no existencia de diferencias significativas. Este análisis se efectuó con los datos de la tabla XVII.

Para corroborar la aceptación o no de las hipótesis, respecto a la homogeneidad entre los grupos, por carrera, se utilizó la metodología de prueba de hipótesis en la cual especificamos una hipótesis alternativa ( $H_a$ ) que nos permite determinar si existe diferencia entre los estadísticos y una hipótesis nula ( $H_0$ ) que se plantea como la igualdad entre éstos (Hines y Montgomery, 2000).

Para este análisis, se determinó que el nivel de riesgo (dado por  $\alpha$ ) dispuesto a permitirse en términos de rechazar la hipótesis nula cuando ésta fuera verdadera (error del tipo I) correspondió a valores de  $\alpha=0.05$  o menores. Es decir, con nivel de confianza del 95%. Además, dado que se trabaja con muestras independientes sobre las cuales se desean hacer comparaciones y determinar sus diferencias, se utilizó una prueba  $t$  de varianzas conjunta para diferencias entre dos medias, ya que es un criterio que requiere media y desviación estándar de las poblaciones independientes y para la cual su expresión matemática está dada por (Berenson y Levine, 2006; Hines y Montgomery, 2000):

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{S_p^2 \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \quad \text{donde} \quad S_p^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)} \quad (3)$$

Donde  $t$  es el valor en la Distribución t-Student,  $X_1, X_2$  son las medias muestrales,  $\mu_1, \mu_2$  son las medias poblacionales,  $n_1, n_2$  tamaños de las muestras y  $S_1, S_2, S_p$  son las varianzas.

En esta prueba, cuando se obtenga que  $t < -t_{n_1+n_2-2}$ , o bien, que  $t > t_{n_1+n_2-2}$ , entonces habrá que rechazarse  $H_0$ . Para el planteamiento de la hipótesis alternativa y la hipótesis nula se tiene lo siguiente:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 \quad \text{y} \quad H_a: \mu_1 \neq \mu_2$$

donde  $\mu_1$  y  $\mu_2$  son las medias de las poblaciones

Para los cuatro grupos que intervinieron en el estudio, el análisis de hipótesis respecto a que no hay diferencia significativa del promedio de calificaciones entre los grupos, se muestra en las tablas siguientes:

Grupo	N	media	Desviación estándar	t	Valor de p
A	28	7.879	0.84	0.56	0.578
B	33	7.996	0.739		

Lo cual indica que los grupos A y B, de la carrera de Ingeniería en Telemática son homogéneos con respecto al promedio de calificaciones, pues  $p > 0.05$ .

En la comparación entre los grupos D y E, se tiene que:

Grupo	n	media	Desviación estándar	t	Valor de p
D	22	7.561	0.564	2.21	0.064
E	19	8.03	0.656		

Esos datos indican que también los grupos D y E, de la carrera de Licenciatura en Informática son homogéneos con respecto al promedio de calificaciones, dado que  $p > 0.05$ .

Las dos tablas anteriores muestran que no hay diferencia significativa estadística, con respecto al promedio del rendimiento académico de todas las materias entre cada par de los grupos por carrera.

### **V.6.5 Análisis del rendimiento académico después de la experimentación**

El rendimiento académico es una medida de las capacidades indicativas que manifiesta, en forma estimativa, lo que una persona ha aprendido como consecuencia de un proceso de instrucción o formación. Desde la perspectiva del alumno, se define al rendimiento

académico como la capacidad de respuesta del estudiante frente a estímulos educativos, la cual es susceptible de ser interpretada según objetivos o propósitos educativos ya establecidos (Reyes-Tejada, 2003).

Para el plan de experimentación, que abarcó 140 sesiones, se consideró la aplicación a todos los grupos de 17 instrumentos para medir el rendimiento académico: 5 participaciones en clase, 5 exámenes rápidos, 6 tareas y 1 examen global del periodo. Las participaciones fueron actividades escritas relacionadas con los temas que se estaban revisando y que incluían retos, ejercicios recreativos, demostraciones y propuesta de estrategias (Kubiszyn y Borich, 2006). Los exámenes rápidos consistían de ejercicios para evaluar el conocimiento de manera breve, después de discutida una, dos o hasta tres unidades didácticas. Las tareas se les dejaron para entregar, individualmente y en forma escrita, posterior a la clase. El examen global, consistió de 20 ejercicios con 4 opciones de respuesta, que incluyeron todos los temas de las unidades didácticas de Funciones y Límites y Continuidad. La forma en que se integró la calificación final del periodo parcial, se hizo considerando un 10% del promedio para las participaciones, 30% el promedio de los exámenes rápidos, 20% el promedio de las tareas y 40% para el examen global del periodo, como se detalla en el apéndice K.

Los resultados de la aplicación de los 17 instrumentos se muestran en la tabla XIX y el rendimiento académico del promedio de cada uno de los grupos, se muestra en la gráfica de la figura 21. Si bien el promedio final del periodo en los grupos experimental es mayor en comparación del promedio de los grupos control, por carrera, se aprecia que en la carrera de Telemática, se hace más marcada la diferencia entre los promedios y ambos grupos obtuvieron una calificación aprobatoria, siendo mayor el del grupo experimental. Sin embargo, aunque en los grupos de Informática en ambos grupos se obtuvo un promedio reprobatorio, es un poco mayor el promedio del grupo experimental.

Un análisis de homogeneidad aplicado a las calificaciones del rendimiento académico del periodo de experimentación, considerando todo lo evaluable, con el propósito de

determinar si se tienen diferencias significativas entre los grupos que intervinieron en el estudio, arrojó los datos que se muestran en la tabla XX.

Tabla XIX. Resultados del rendimiento académico durante la primera evaluación parcial de los grupos participantes en la experimentación.

Grupo A, experimental						Grupo B, control					
Estudiante	Part.	Ex. Rap.	Tareas	Examen	Calif.	Estudiante	Part.	Ex. Rap.	Tareas	Examen	Calif.
1	8.70	6.75	9.58	8.00	8.01	1	8.18	7.50	7.55	5.00	6.58
2	8.06	7.75	6.75	5.50	6.68	2	9.08	7.25	5.80	5.00	6.24
3	8.90	9.75	8.92	8.50	9.00	3	6.20	6.00	5.08	4.00	5.04
4	8.50	6.50	5.98	5.00	6.00	4	8.44	4.75	7.73	6.50	6.42
5	8.50	8.50	7.58	9.00	8.52	5	8.82	8.50	4.17	5.00	6.27
6	9.00	7.00	9.58	5.50	7.12	6	8.50	5.00	6.93	4.50	5.54
7	9.90	10.00	9.17	10.00	9.82	7	8.78	8.50	9.28	9.50	9.08
8	9.30	10.00	9.90	10.00	9.91	8	6.90	8.00	8.17	7.00	7.52
9	7.60	8.50	8.80	5.50	7.27	9	9.38	9.25	9.00	8.00	8.71
10	8.50	6.75	9.63	7.50	7.80	10	9.20	8.25	8.37	4.00	6.67
11	8.90	8.50	8.83	5.50	7.41	11	8.68	3.50	6.92	5.00	5.30
12	9.00	7.50	9.42	6.50	7.63	12	7.80	6.75	8.17	6.50	7.04
13	8.60	6.25	4.00	5.50	5.74	13	9.12	9.00	9.03	6.00	7.82
14	8.80	8.00	9.60	6.50	7.80	14	6.46	6.50	7.27	3.00	5.25
15	8.50	9.25	8.75	10.00	9.38	15	8.90	7.00	6.25	6.50	6.84
16	8.00	7.50	6.50	6.50	6.95	16	9.32	6.75	6.50	4.50	6.06
17	8.30	6.25	7.83	6.50	6.87	17	8.46	7.00	9.22	5.50	6.99
18	8.50	5.00	7.17	8.50	7.18	18	8.74	7.50	8.50	8.00	8.02
19	9.00	8.00	5.83	5.50	6.67	19	8.38	6.00	8.08	3.50	5.65
20	8.20	8.25	9.42	6.50	7.78	20	8.72	7.25	6.80	4.50	6.21
21	9.90	10.00	9.68	10.00	9.93	21	8.40	7.50	8.42	8.50	8.17
22	8.50	8.00	9.65	8.00	8.38	22	8.44	6.00	8.22	5.00	6.29
23	9.20	8.50	4.87	8.00	7.64	23	8.98	6.25	8.93	5.00	6.56
24	9.40	9.75	6.63	10.00	9.19	24	8.72	6.50	7.72	4.00	5.97
25	9.00	8.25	8.75	7.50	8.13	25	7.88	6.00	7.12	4.50	5.81
26	9.20	9.00	6.68	7.50	7.96	26	6.90	7.75	7.50	4.50	6.32
27	9.00	4.50	4.10	7.00	5.87	27	9.18	7.50	6.83	3.00	5.73
28	8.76	7.50	6.57	7.00	7.24	28	8.28	5.25	7.62	4.00	5.53
<b>Prom.</b>	<b>8.78</b>	<b>7.91</b>	<b>7.86</b>	<b>7.39</b>	<b>7.78</b>	29	9.42	6.50	7.88	3.50	5.87
						30	8.70	6.00	7.03	4.50	5.88
						31	8.74	8.25	7.47	5.50	7.04
						32	9.38	7.50	8.38	4.50	6.66
						33	8.90	6.75	9.10	7.00	7.54
						<b>Prom.</b>	<b>8.48</b>	<b>6.91</b>	<b>7.61</b>	<b>5.30</b>	<b>6.56</b>

<b>Grupo D, experimental</b>					
Estudiante	Part.	Ex. Rap.	Tareas	Examen	Calif.
1	7.40	6.00	8.58	5.00	6.26
2	8.30	3.75	7.72	5.00	5.50
3	3.60	5.50	0.00	4.50	3.81
4	7.14	3.50	7.87	5.50	5.54
5	5.30	2.00	4.67	6.00	4.46
6	8.40	5.00	6.58	7.50	6.66
7	7.30	3.25	3.33	6.00	4.77
8	7.70	5.00	3.00	6.00	5.27
9	7.20	3.75	7.25	2.50	4.30
10	6.10	3.75	1.35	3.50	3.41
11	6.80	5.00	6.00	3.50	4.78
12	6.50	3.25	3.17	3.50	3.66
13	7.58	4.75	6.00	5.50	5.58
14	5.10	4.00	5.33	6.00	5.18
15	7.70	4.50	6.33	6.50	5.99
16	8.50	4.75	6.93	5.00	5.66
17	6.50	7.25	7.83	6.50	6.99
18	6.00	3.00	5.83	4.50	4.47
19	5.90	7.00	2.40	5.00	5.17
20	7.10	8.25	7.75	8.50	8.14
21	8.32	4.25	6.33	7.50	6.37
22	8.20	8.00	7.67	9.00	8.35
<b>Prom.</b>	<b>6.94</b>	<b>4.80</b>	<b>5.54</b>	<b>5.57</b>	<b>5.47</b>

<b>Grupo E, control</b>					
Estudiante	Part.	Ex. Rap.	Tareas	Examen	Calif.
1	6.40	5.00	6.32	5.00	5.40
2	6.36	4.00	0.00	3.00	3.04
3	4.50	4.75	6.18	5.50	5.31
4	5.70	5.25	4.58	7.00	5.86
5	4.00	3.50	0.00	8.50	4.85
6	8.54	4.75	6.83	7.50	6.65
7	8.40	8.75	9.20	9.50	9.11
8	3.20	4.00	0.00	3.50	2.92
9	5.50	4.25	4.13	6.00	5.05
10	6.90	9.25	7.27	9.50	8.72
11	3.02	4.50	0.00	5.00	3.65
12	3.40	3.75	2.82	3.50	3.43
13	7.40	5.00	6.75	7.00	6.39
14	7.00	3.00	4.42	2.00	3.28
15	3.86	4.00	2.33	4.50	3.85
16	8.00	5.00	7.38	8.50	7.18
17	5.00	7.00	6.47	5.50	6.09
18	5.50	4.75	4.22	5.50	5.02
19	7.70	4.25	7.03	2.50	4.45
<b>Prom.</b>	<b>5.81</b>	<b>4.99</b>	<b>4.52</b>	<b>5.74</b>	<b>5.28</b>

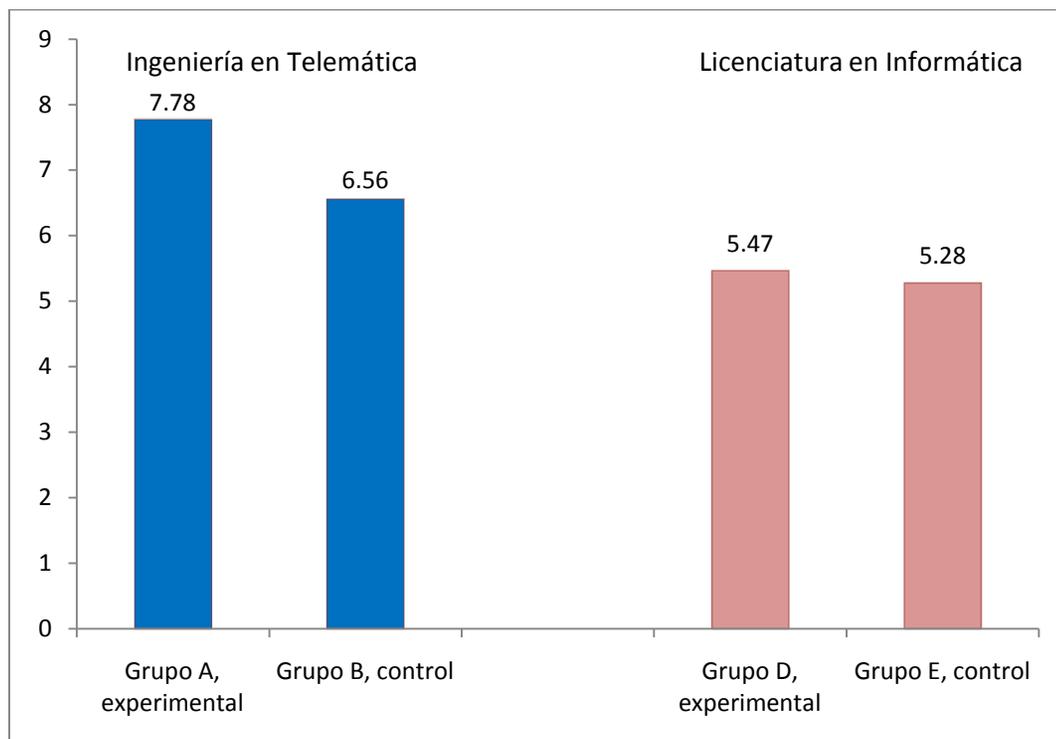


Figura 21: Rendimiento por grupo y carrera de los grupos participantes.

Tabla XX. Análisis de la diferencia significativa entre los grupos antes y después de la experimentación.

Grupo	N	media	Desviación estándar	T	p	¿son homogéneos?	Momento observado
A	28	7.879	0.840	0.56	0.578	Si ( $p > 0.05$ )	Antes de la experimentación
B	33	7.996	0.739				
D	22	7.561	0.564	2.21	0.064	Si ( $p > 0.05$ )	
E	19	8.030	0.656				
A	28	7.78	1.17	4.33	0.0004	No ( $p < 0.05$ )	Después de la experimentación
B	33	6.56	0.99				
D	22	5.47	1.3	0.89	0.071	Si ( $p > 0.05$ )	
E	19	5.28	1.19				

De esos datos, se observa que estadísticamente sí hay diferencia significativa entre los promedios de las calificaciones finales del periodo para los grupos A y B de la carrera de Ingeniería en Telemática, lo cual se infiere que fue precisamente por la intervención de la plataforma en el apoyo de las clases. El rendimiento académico del grupo experimental con el que se trabajó en la modalidad de apoyo con la plataforma fue mayor que el del grupo control en un 12.2%. Es en el promedio del examen global en el que se aprecia la mayor diferencia, pues en el grupo A obtuvieron en promedio 7.39, mientras que en el grupo B obtuvieron 5.3 en promedio.

Al comparar los promedios de calificaciones finales en el periodo de experimentación de los grupos D y E (donde el grupo D es el que empleó la plataforma electrónica de aprendizaje en las clases), a partir de la información dada, no es posible establecer diferencias estadísticas significativas entre estos grupos. Es decir, aunque el promedio del grupo experimental es un poco mayor que el promedio final del grupo control, los grupos se comportan de manera homogénea, por lo que no es posible determinar que la intervención de la estrategia del uso de la plataforma influye en la mejora del rendimiento académico, dado que el valor de  $p > 0.05$ .

Desde la planeación del experimento, se consideró un análisis detallado de los promedios de las calificaciones que influyen en el rendimiento académico entre los grupos participantes. Particularmente, entre los grupos D y E de la carrera de Informática, este análisis refleja que tanto en las participaciones como en las tareas sí se dan diferencias estadísticas significativas, ver tabla XXI. Sin embargo, es en el examen global del periodo y los exámenes rápidos, aspectos que tienen una mayor ponderación en el resultado de la calificación final del periodo, en los cuales no hay diferencia estadística significativa. Razón por la que se compensan las puntuaciones y es posible que por la ponderación que se aplica, el resultado final exprese la poca diferencia estadística significativa, pues se esperaba que la diferencia fuera mayor, similar a la presentada entre los grupos A y B. Sin embargo, se aprecia que el promedio del grupo que no utilizó la plataforma es ligeramente

menor que del grupo que sí utilizó la plataforma, aunque en las demás actividades el grupo D presenta mayor promedio en general.

Tabla XXI. Análisis de la diferencia significativa entre los grupos D y E en la experimentación.

Aspecto	Valor de p
Participaciones	0.028
Exámenes rápidos	0.071
Tareas	0.023
Examen parcial	0.791

En un análisis del rendimiento académico en los grupos experimentales que participaron en el estudio, particularmente en los grupos que utilizaron la plataforma en el apoyo de las clases y que para la segunda evaluación parcial ya no la utilizaron, se observó que sí hay diferencia estadística significativa entre la primera y segunda evaluación global en el grupo A, mientras que en el grupo D no se presenta esta situación, ver tabla XXII.

El promedio del grupo A, al dejar de utilizar PIAC en sus clases, bajó de 7.78 en la primera evaluación a 6.38 en la segunda evaluación. Lo cual puede indicar que sus calificaciones efectivamente se favorecen con la utilización de la plataforma como parte de la metodología del curso. Mientras que el grupo D presentó un ligero aumento de 2 décimas en el promedio de la segunda evaluación comparado con la primera evaluación. Esta situación sugirió un análisis más profundo respecto a los factores adicionales que intervienen en el rendimiento académico como lo son la motivación, estrategias de estudio y aptitudes de los estudiantes, los cuales están ligados al proceso de enseñanza-aprendizaje (Reyes-Tejada, 2003). Por lo que conocer cuáles fueron sus habilidades cognitivas, hábitos de estudio, así como comportamientos en clase permitió una caracterización más amplia de los grupos. Estos aspectos fueron detectados a través de los instrumentos de observación diaria, instrumento de medición de habilidades metacognitivas, entrevistas tanto con estudiantes como con la profesora y valoración de la metodología empleada respecto al curso con y sin la plataforma.

Tabla XXII. Rendimiento académico durante la 1a. y 2a. evaluación global de los grupos experimental.

Grupo	Periodo	Promedio de calificaciones	Valor de p	¿hay diferencia estadística significativa?
A	1a. evaluación	7.78	0.003	Sí
	2a. evaluación	6.38		
D	1a. evaluación	5.47	0.518	No
	2a. evaluación	5.67		

Estudiante	Grupo A	
	1a. Evaluación	2a. Evaluación
1	8.0	5.6
2	6.7	6.3
3	9.0	9.1
4	6.0	4.7
5	8.5	8.5
6	7.1	6.3
7	9.8	8.8
8	9.9	10.0
9	7.3	6.6
10	7.8	4.7
11	7.4	6.0
12	7.6	7.3
13	5.7	5.3
14	7.8	6.8
15	9.4	6.9
16	7.0	3.5
17	6.9	5.2
18	7.2	2.5
19	6.7	6.7
20	7.8	7.0
21	9.9	9.0
22	8.4	10.0
23	7.6	5.0
24	9.2	8.1
25	8.1	5.5
26	8.0	6.1
27	5.9	3.4
28	7.2	3.7
<b>promedio</b>	<b>7.78</b>	<b>6.38</b>

Grupo D	
1a. Evaluación	2a. Evaluación
6.3	4.5
5.5	5.6
3.8	2.7
5.5	9.8
4.5	4.5
6.7	5.6
4.8	3.5
5.3	5.7
4.3	8.8
3.4	3.5
4.8	3.5
3.7	3.7
5.6	7.5
5.2	3.5
6.0	4.7
5.7	7.6
7.0	6.5
4.5	3.6
5.2	4.7
8.1	7.8
6.4	7.5
8.4	9.9
<b>5.47</b>	<b>5.67</b>

### **V.6.6 Observación diaria**

Participaron 3 observadores en cada una de las 140 sesiones de observación que abarcó la fase experimental. Durante estas sesiones se registraron las situaciones más relevantes durante cada clase. La observación fue registrada en el instrumento que se diseñó para tal fin (ver apéndice F) y a partir de éste se concentró la información obteniendo los resultados que se muestran en la tabla XXIII. De los datos recabados se aprecia que los grupos que trabajaron con la plataforma se mostraron más participativos, con una motivación más alta y realizaron en mayor porcentaje las actividades satisfactoriamente que los que trabajaron de manera tradicional. Estos aspectos están altamente relacionados con las actividades por parte del profesor, quien mostró mejor desempeño al emplear la plataforma, pues su clase estuvo mejor organizada, utilizó más variedad de estrategias durante las clases y esto le dio tiempo de atender en mayor medida a los estudiantes.

El factor tiempo es una medida importante en la realización de las actividades y esto también fue registrado, como se muestra en la figura 22. En las clases con la modalidad asistida con la plataforma el 91.57% de las observaciones señalaron que el tiempo fue suficiente comparado con el 77.46% de las clases en modalidad tradicional. Esto implica que las actividades apoyadas en el uso de la plataforma como apoyo a las clases de Cálculo se completaron a tiempo.

Los observadores manifestaron en las notas adicionales, que aproximadamente hasta un 20% del tiempo que se perdió fue en callar a los estudiantes durante las clases que tomaban los grupos de manera tradicional.

Entre las cosas que señalaron los observadores que demeritaban el uso de la plataforma al inicio, fue que varios de los estudiantes, especialmente los que no tenían a la vista a la profesora, tenían el impulso de salirse del sistema e ingresar a otras páginas, aunque esto se presentó de manera eventual, en la primera semana. Situación que ya no ocurrió a partir de la segunda semana pues los estudiantes ya estaban muy involucrados con el sistema PIAC y

se mantenían trabajando todo el tiempo en éste. Entre las razones que pudieron influir para que este escenario se presentara es que mejoró la didáctica por tener los materiales disponibles, las dinámicas de grupo fueron más efectivas pues se lograban terminar las actividades en tiempo y forma, y en muchos casos fue posible aumentar la complejidad de algunas actividades, pues los estudiantes tenían elementos e interés para cumplir.

Tabla XXIII. Resultados de la observación diaria durante la primera evaluación parcial de los grupos participantes en la experimentación.

	Modalidad Tradicional			Modalidad asistida con la Plataforma		
	Poco	Regular	Mucho	Poco	Regular	Mucho
Con respecto a los estudiantes:						
Participan en la clase	56.52%	26.09%	17.39%	20.48%	36.14%	43.37%
Se muestran motivados	49.28%	31.88%	18.84%	10.84%	33.73%	55.42%
Interaccionan entre ellos o con el profesor	55.07%	21.74%	23.19%	18.07%	25.30%	56.63%
Realizan las actividades satisfactoriamente	49.28%	20.29%	30.43%	4.82%	20.48%	74.70%
Están atentos	28.99%	42.03%	28.99%	8.43%	19.28%	72.29%

	Modalidad Tradicional			Modalidad asistida con la Plataforma		
	Poco	Regular	Mucho	Poco	Regular	Mucho
Con respecto al profesor:						
Fomenta la participación en la clase	33.33%	34.78%	31.88%	10.84%	27.71%	61.45%
Estimula a los estudiantes para que cumplan con las actividades encomendadas	30.43%	36.23%	33.33%	8.43%	25.30%	66.27%
Interactúa con los estudiantes	34.78%	26.09%	37.68%	16.87%	18.07%	65.06%
Realiza actividades adicionales al contenido	42.03%	18.84%	39.13%	20.48%	9.64%	69.88%
Es claro en las instrucciones	20.29%	24.64%	55.07%	1.20%	12.05%	86.75%
Utiliza variedad de estrategias para apoyar la clase	43.48%	31.88%	24.64%	18.07%	9.64%	71.08%
Tiene preparada la clase	8.70%	10.14%	81.16%	3.61%	2.41%	93.98%
Su clase se muestra organizada	7.25%	23.19%	69.57%	2.41%	4.82%	92.77%
Atiende a los estudiantes cuando lo solicitan	5.80%	15.94%	78.26%	3.61%	3.61%	92.77%

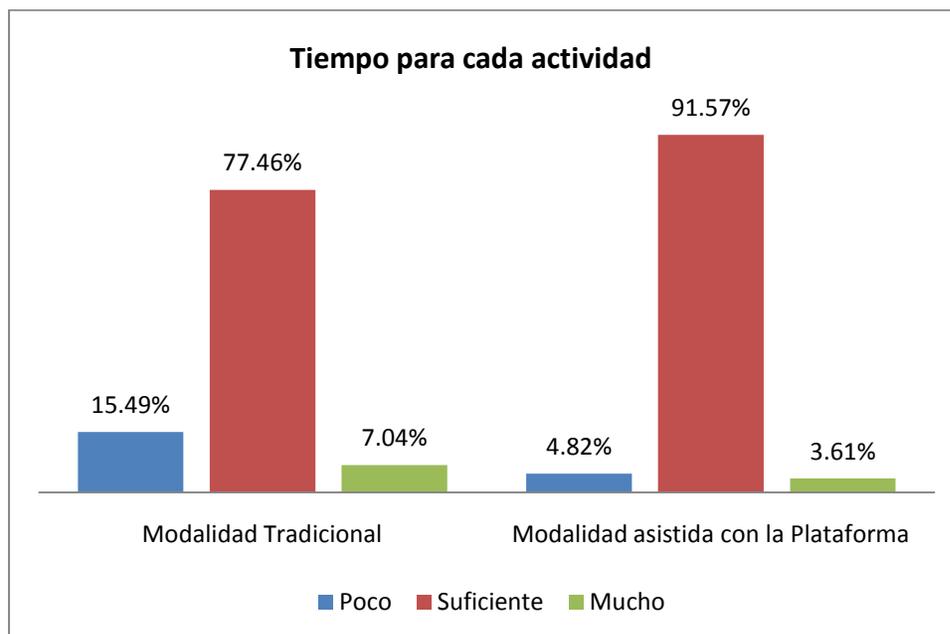


Figura 22: Tiempo para cada actividad de los grupos participantes.

### V.6.7 Análisis de habilidades metacognitivas

Las habilidades metacognitivas son operaciones y procedimientos conscientes que el estudiante utiliza para adquirir, retener y evocar diferentes tipos de conocimiento y autorregular su aprendizaje (Kleitman y Stankov, 2007). Cuando el estudiante hace una reflexión sobre el cómo aprende, las estrategias que utiliza y los hábitos de estudio que maneja, dirige su atención hacia información clave, construye esquemas mentales y es consciente de sus fortalezas y debilidades para el aprendizaje. A los profesores, conocer las habilidades metacognitivas y hábitos de sus estudiantes, les permite preparar las acciones y situaciones que faciliten el aprendizaje, o bien, crear condiciones y situaciones óptimas para el proceso enseñanza-aprendizaje bajo el estilo de aprendizaje más frecuentemente se encuentra entre los estudiantes.

El análisis de habilidades metacognitivas fue aplicado a todos los grupos, con el propósito de identificar las habilidades, destrezas y hábitos de los estudiantes participantes en el

experimento, hacia el aprendizaje y sus procesos cognitivos. El instrumento que se aplicó fue elaborado con 50 reactivos, a partir del Metacognitive Awareness Inventory desarrollado por Schraw, G. y Dennison, R. (Schraw y Dennison, 2007) y cuyas opciones de respuesta para cada enunciado son cierto o falso, según se cumpla con la característica que se describe (ver apéndice G).

En la tabla XXIV se muestran los resultados de la aplicación del instrumento MAI aplicado a los 4 grupos participantes en la experimentación. El porcentaje que se señala corresponde a la frecuencia de estudiantes por grupo que contestaron “cierto” en cada enunciado planteado. El grupo que tuvo un mayor porcentaje en cuanto al promedio de habilidades cognitivas fue el grupo E con un 66.88%, siguiéndole el grupo B con 66.36%, después el grupo A con 64.44% y finalmente el grupo D con un 59.16% de respuestas afirmativas en el total del inventario.

El grupo D, además de ser el más bajo en la valoración total en promedio con respuestas favorables a cada enunciado del inventario MAI, fue el grupo que presentó una mayor cantidad de habilidades metacognitivas con una valoración por abajo del 50% (ver figura 23), lo cual pudo haber tenido implicaciones en cuanto al rendimiento académico, pues se esperaba que tuviera una diferencia similar con el otro grupo de comparación a la que obtuvieron los grupos A y B.

Tabla XXIV. Resultados del inventario de habilidades metacognitivas aplicado a los grupos participantes en la experimentación.

	Enunciado	Grupo			
		A	B	D	E
1	Me pregunto periódicamente si estoy cumpliendo mis propósitos o metas.	74.07%	87.88%	73.68%	93.75%
2	Considero varias alternativas a un problema antes de que yo conteste.	74.07%	72.73%	73.68%	68.75%
3	Intento usar estrategias que he trabajado anteriormente.	81.48%	87.88%	84.21%	87.50%
4	Mantengo un ritmo ordenado mientras aprendo para tener suficiente tiempo.	<b>44.44%</b>	<b>24.24%</b>	<b>15.79%</b>	<b>37.50%</b>
5	Reconozco mis fortalezas intelectuales y debilidades.	81.48%	87.88%	84.21%	81.25%
6	Pienso sobre lo que realmente necesito aprender antes de iniciar una tarea.	<b>44.44%</b>	51.52%	<b>42.11%</b>	62.50%
7	Sé qué hice correctamente una vez que termino un examen.	62.96%	75.76%	73.68%	62.50%
8	Fijo las metas específicas antes de que empiece una tarea.	<b>25.93%</b>	<b>36.36%</b>	<b>31.58%</b>	<b>50.00%</b>
9	Reduzco la velocidad de lectura/análisis cuando encuentro información importante.	92.59%	87.88%	84.21%	87.50%

10	Reconozco qué tipo de información es importante aprender.	92.59%	96.97%	89.47%	87.50%
11	Me pregunto si he considerado todas las opciones al resolver un problema.	48.15%	42.42%	31.58%	68.75%
12	Me considero bueno(a) en organizar la información.	59.26%	48.48%	63.16%	43.75%
13	Enfoco mi atención conscientemente en la información importante.	66.67%	90.91%	68.42%	68.75%
14	Tengo un propósito específico para cada estrategia que utilizo.	33.33%	51.52%	36.84%	68.75%
15	Aprendo mejor cuando yo sé algo sobre el tema.	92.59%	96.97%	89.47%	81.25%
16	Sé lo que el maestro espera que yo aprenda.	70.37%	60.61%	68.42%	56.25%
17	Soy bueno(a) para recordar la información.	55.56%	51.52%	36.84%	56.25%
18	Utilizo estrategias de aprendizaje diferentes que dependen de la situación.	51.85%	51.52%	47.37%	43.75%
19	Al terminar una tarea, me pregunto si había una manera más fácil de hacerla.	55.56%	63.64%	36.84%	37.50%
20	Tengo el control de cómo aprendo.	40.74%	54.55%	57.89%	43.75%
21	Repaso periódicamente para ayudarme a entender las relaciones importantes.	29.63%	18.18%	15.79%	25.00%
22	Me hago preguntas acerca del material a estudiar antes de iniciar.	40.74%	39.39%	31.58%	43.75%
23	Considero varias maneras que resuelven un problema y escojo la mejor.	74.07%	63.64%	47.37%	75.00%
24	Resumo lo que he aprendido después de que termino.	37.04%	42.42%	31.58%	50.00%
25	Pido a otros ayuda cuando no entiendo algo.	92.59%	96.97%	73.68%	75.00%
26	Puedo motivarme a aprender cuando yo lo necesito.	85.19%	96.97%	89.47%	87.50%
27	Soy consciente de qué estrategias utilizo cuando estudio.	55.56%	66.67%	78.95%	68.75%
28	Analizo la utilidad de las estrategias que empleo mientras estudio.	44.44%	36.36%	21.05%	37.50%
29	Utilizo mis fortalezas intelectuales para compensar mis debilidades.	74.07%	78.79%	57.89%	56.25%
30	Enfoco mi atención en el significado e importancia de nueva información.	88.89%	87.88%	63.16%	75.00%
31	Elaboro mis propios ejemplos para hacer la información más significativa.	37.04%	36.36%	31.58%	75.00%
32	Soy imparcial al momento de autoevaluarme.	66.67%	69.70%	78.95%	75.00%
33	Me encuentro usando estrategias útiles de aprendizaje automáticamente.	51.85%	57.58%	31.58%	56.25%
34	Hago una pausa para verificar mi comprensión regularmente.	59.26%	57.58%	47.37%	68.75%
35	Sé cuando cada estrategia que uso es o será eficaz.	55.56%	54.55%	47.37%	56.25%
36	Una vez que termino alguna actividad me doy cuenta del logro de mis metas.	81.48%	81.82%	78.95%	68.75%
37	Hago esquemas o diagramas para ayudarme a entender cuando aprendo.	25.93%	42.42%	52.63%	43.75%
38	Me pregunto si he considerado todas las opciones cuando resuelvo algo.	55.56%	60.61%	31.58%	43.75%
39	Intento traducir nueva información con mis propias palabras.	88.89%	84.85%	78.95%	75.00%
40	Cambio mis estrategias cuando algo no entiendo.	74.07%	69.70%	78.95%	81.25%
41	Leo las instrucciones cuidadosamente antes de que inicie una tarea.	81.48%	69.70%	57.89%	68.75%
42	Me pregunto si lo que estoy leyendo se relaciona con lo que ya sé.	74.07%	87.88%	73.68%	87.50%
43	Reevalúo mis suposiciones cuando me confundo.	81.48%	72.73%	68.42%	100.00%
44	Organizo mi tiempo para lograr mejor mis metas.	40.74%	39.39%	52.63%	56.25%
45	Aprendo más cuando estoy interesado en el tema.	92.59%	100.00%	94.74%	87.50%
46	Enfoco mi atención en el significado en conjunto, en lugar del específico.	62.96%	60.61%	57.89%	68.75%
47	Me pregunto de lo que hago bien cuando estoy aprendiendo algo nuevo.	74.07%	90.91%	78.95%	81.25%
48	Me cuestiono si aprendí tanto como quería, una vez que termino una tarea.	55.56%	60.61%	42.11%	87.50%
49	Me detengo y me regreso cuando tengo nueva información que no está clara.	96.30%	78.79%	89.47%	87.50%
50	Me detengo y releo cuando me confundo.	96.30%	93.94%	84.21%	93.75%
	<b>Promedio</b>	<b>64.44%</b>	<b>66.36%</b>	<b>59.16%</b>	<b>66.88%</b>

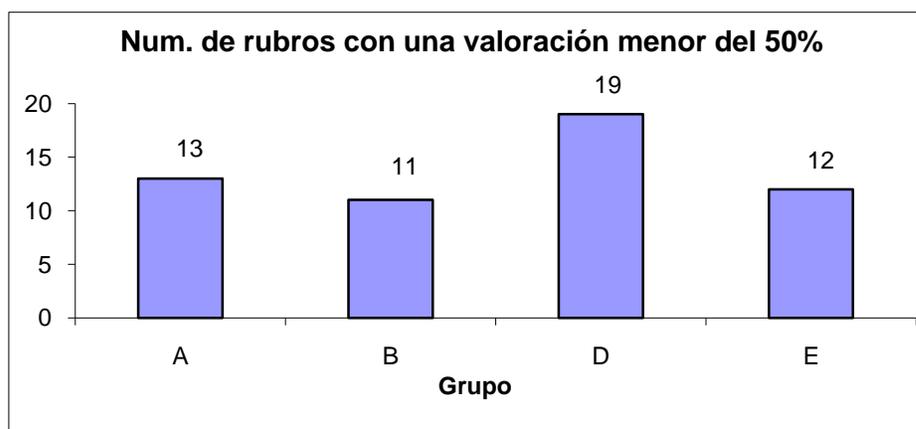


Figura 23: Cantidad de enunciados con una valoración menor del 50% en el MAI.

En 27 rubros, en todos los grupos, más del 50% de los estudiantes contestaron verdadero a la habilidad presentada. Mientras que en 6 aspectos (rubros 4, 8, 21, 22, 24 y 28), en todos los grupos, menos del 50% de los estudiantes respondieron verdadero a la habilidad que se indicaba. Entre las que tuvieron menor puntuación favorable fueron los enunciados 4 y 21. Todos estos rubros tienen que ver con la regulación de sus procesos de conocimiento. Específicamente, los enunciados 4, 8 y 22 con planeación; el 21 y 28 con el monitoreo de su comprensión y el 24 con la evaluación acerca de lo que aprendió.

Enunciado	Grupo			
	A	B	D	E
4 Mantengo un ritmo ordenado mientras aprendo para tener bastante tiempo.	44.44%	24.24%	15.79%	37.50%
21 Repaso periódicamente para ayudarme a entender las relaciones importantes.	29.63%	18.18%	15.79%	25.00%

Definitivamente el aprendizaje está relacionado con el interés del estudiante como lo señala la puntuación de la habilidad 45 que fue una de las más altas en todos los grupos:

Enunciado	Grupo			
	A	B	D	E
45 Aprendo más cuando estoy interesado en el tema.	92.59%	100.00%	94.74%	87.50%

Como se aprecia, el grupo D es quien menos habilidades metacognitivas manifiesta, así como diversos problemas relativos a hábitos de estudio y debilidades en cuanto a estrategias de aprendizaje. Estos resultados impactan directamente en el logro de ciertas acciones relacionadas con el aprendizaje, y son indicadores del por qué el grupo D obtuvo

un rendimiento académico abajo del esperado o no tan bueno como el grupo A, con respecto al grupo E de control.

#### **V.6.8 Análisis de encuesta a usuarios**

Al término de la experimentación, se aplicó el instrumento de opinión respecto al uso de la plataforma en sus clases a los estudiantes de los grupos experimentales, para detectar niveles de percepción hacia el diseño de la plataforma, complejidad del uso del ambiente de aprendizaje, percepción del efecto del aprendizaje y motivación (el instrumento se encuentra en el apéndice I). Los resultados para cada uno de los enunciados propuestos se muestran en la tabla XXV.

De manera global, se manifiesta una muy buena aceptación por parte de los estudiantes respecto al uso de la plataforma como apoyo en sus clases de Cálculo, como se aprecia en la figura 24, donde se muestra de manera resumida la valoración de los aspectos categorizados de la plataforma de aprendizaje.

En relación a la pregunta de cómo consideran que fue su aprendizaje, los estudiantes consideran que su aprendizaje fue afectado de manera positiva, ya que el 74.18% señala que éste se fortaleció, mientras que el 25.82% indicó que se mantuvo igual y ninguno manifestó que disminuyó.

Los estudiantes consideran que el diseño de la plataforma es adecuado para su uso regular, pues obtuvo un 83% de aceptación en promedio de los 4 enunciados para esta categoría (enunciados 2, 3, 5 y 19). Con respecto a la facilidad del uso del sistema, ellos opinaron que se les hace sencillo y ágil, pues en las 6 preguntas para este rubro se obtuvo en promedio 85% (enunciados 1, 4, 6, 16, 18 y 20).

Tabla XXV. Resultados de la encuesta de opinión respecto a la plataforma de aprendizaje aplicada a los grupos experimentales

Enunciado	Grupos experimentales	
	Grupo A	Grupo D
1. Puedo encontrar rápidamente lo que estoy buscando en este sitio.	92.59%	94.12%
2. Considero que este sitio presenta una estructura adecuada.	85.19%	88.24%
3. Las páginas de este sitio son agradables.	81.48%	88.24%
4. Consigo lo que quiero cuando hago clic en las ligas.	85.19%	76.47%
5. Considero adecuados los tamaños de letra, imágenes y gráficas.	81.48%	82.35%
6. Considero difícil de usar el sitio.	11.11%	5.88%
7. Este sitio me ayuda a encontrar lo que estoy buscando.	81.48%	64.71%
8. Es posible realizar una actividad con éxito en este sitio.	88.89%	98.94%
9. Los materiales de este sitio son fáciles de entender.	55.56%	47.06%
10. Los actividades del sitio son fáciles de realizar.	77.78%	64.71%
11. Este sitio es interesante para mí.	81.48%	88.24%
12. Es difícil decir si este sitio Web tiene lo que deseo.	11.11%	23.53%
13. El uso del ambiente me motivó a aprender temas de matemáticas.	48.15%	47.06%
14. El empleo de la plataforma me generó la inquietud de explorar otros temas.	48.15%	58.82%
15. Considero interesantes las actividades de la plataforma.	81.48%	82.35%
16. Necesito aprender muchas cosas antes de utilizar la plataforma.	11.11%	41.18%
17. Me gustará visitar este sitio.	74.07%	94.12%
18. Las instrucciones y advertencias son de ayuda.	81.48%	88.24%
19. El modo en el que se presenta la información del sistema es clara y comprensible.	70.37%	58.82%
20. El sitio responde con lentitud a las peticiones que se le hacen.	18.52%	11.76%
21. El sistema de exámenes de la plataforma es adecuado.	88.89%	82.35%
22. El uso de objetos de apoyo aclararon el concepto a tratar.	81.48%	94.12%
23. Los objetos de apoyo de la plataforma ampliaron mi conocimiento sobre el tema.	92.59%	88.24%
24. Considero que con el apoyo de la plataforma, mi aprendizaje fue fortalecido	77.78%	70.59%
25. Considero que con el apoyo de la plataforma, mi aprendizaje se mantuvo igual	22.22%	29.41%

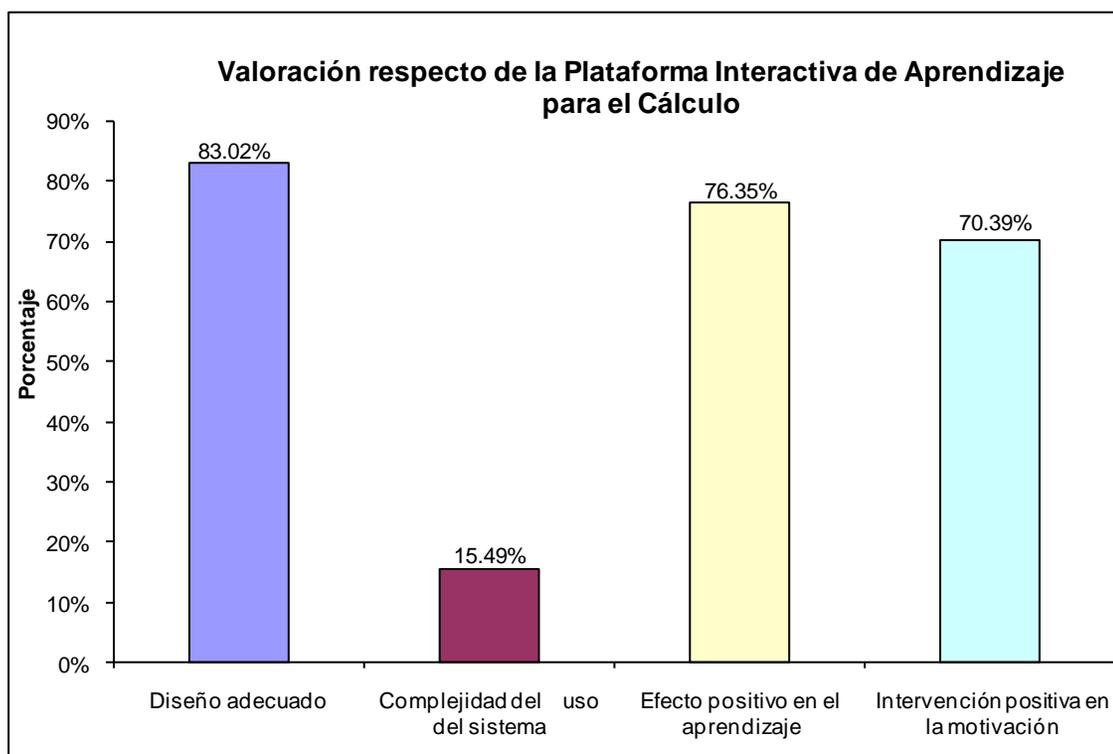


Figura 24: Resultados de la valoración hacia la plataforma de aprendizaje desarrollada.

Uno de los aspectos relevantes de esta investigación tiene que ver con la apreciación del estudiante con respecto a su aprendizaje, por lo que en la encuesta se incluyeron 9 preguntas para valorar esta categoría (enunciados 7-10, 21-25), el resultado de su apreciación fue positivo con un porcentaje de 76% entre ambos grupos. No menos importante es saber si el uso de la plataforma favorece la motivación hacia el aprendizaje de las matemáticas, situación que se ponderó con 6 preguntas, obteniendo un resultado aceptable de 70% (preguntas 11-15,17).

El uso de PIAC durante las clases, tuvo un efecto similar entre los grupos que la utilizaron. Como se puede observar en la figura 25 y de los datos de la tabla XXV, en varios de los aspectos evaluados ambos grupos expresaron una valoración alta particularmente en lo relacionado a la facilidad de uso del sistema y al efecto en el aprendizaje, pues son 6 los enunciados evaluados con un porcentaje mayor al 85% (enunciados 1,2,8,21-23).

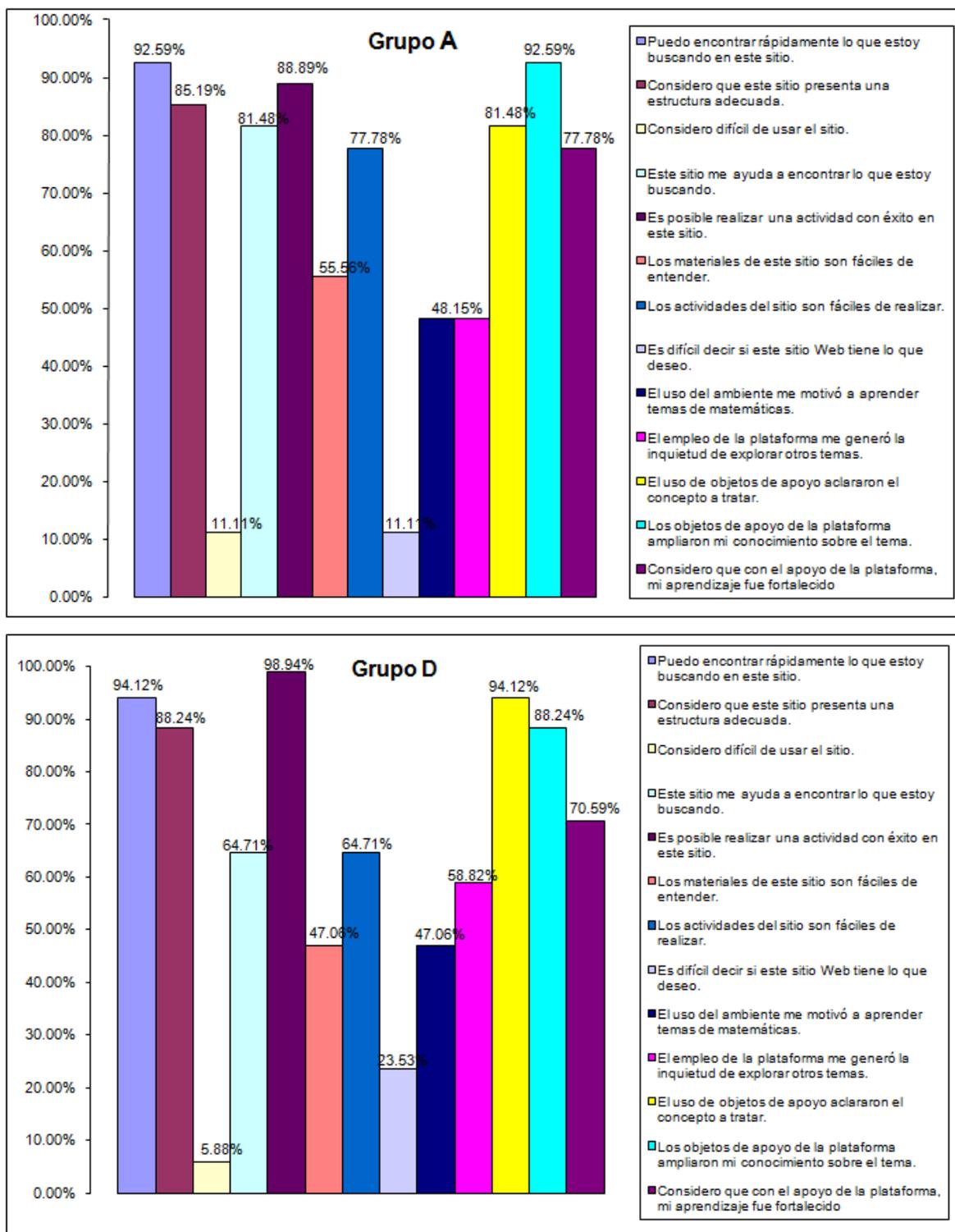


Figura 25: Comparación entre los grupos experimental de algunos aspectos evaluados de la plataforma de aprendizaje desarrollada.

Resalta el hecho de que los estudiantes consideraron que con el uso de la plataforma encuentran rápidamente lo que buscan, realizaron en su mayoría las actividades académicas con éxito, consideraron interesantes las actividades de lectura, análisis y reto incluidas, el sistema en general les agradó, valoraron que el sistema de exámenes es adecuado, consideraron que el uso de los objetos de apoyo se aclararon los conceptos y ampliaron sus conocimientos sobre los temas.

Con respecto a las herramientas que se incluyeron en el sistema, fue el uso de la graficadora la que utilizaron con mayor frecuencia de apoyo al desarrollo de las actividades. Esto se detalla más ampliamente en los comentarios que se resumen en el apéndice L.

### **V.6.9 Entrevistas**

La realización de entrevistas requiere de aptitudes y condiciones especiales, por lo que dependiendo del estudio y los recursos es suficiente con entrevistar al menos al 10% de la población (Heinemann, 2001). En el presente proyecto, para finalizar la fase de experimentación, se seleccionó a 7 estudiantes de manera aleatoria (generada la elección con números aleatorios a partir de la lista de estudiantes). Se eligió a 4 estudiantes del grupo A y 3 del grupo D y también se hizo una entrevista con la profesora, todo esto con el propósito de explorar un poco más su valoración respecto al uso de la plataforma y la metodología en el proceso enseñanza-aprendizaje. Para estas entrevistas se siguió la guía que se detalla en el apéndice J.

#### **Entrevistas a estudiantes**

En promedio, las calificaciones de los entrevistados disminuyeron en la segunda evaluación parcial comparadas con las del primer periodo (en 5 de los 7 entrevistados así sucedió), como se muestra en la figura 26. Los estudiantes que aumentaron su calificación para la segunda evaluación fueron el entrevistado 5 y el 7; mientras que el estudiante que tuvo un descenso mayor fue el entrevistado 4, que de 5.87 en la primera evaluación bajó a 3.4 en la

segunda. Esto de alguna manera está relacionado con el hecho de dejar de utilizar la plataforma en sus clases como lo manifestó el 71% de los entrevistados.

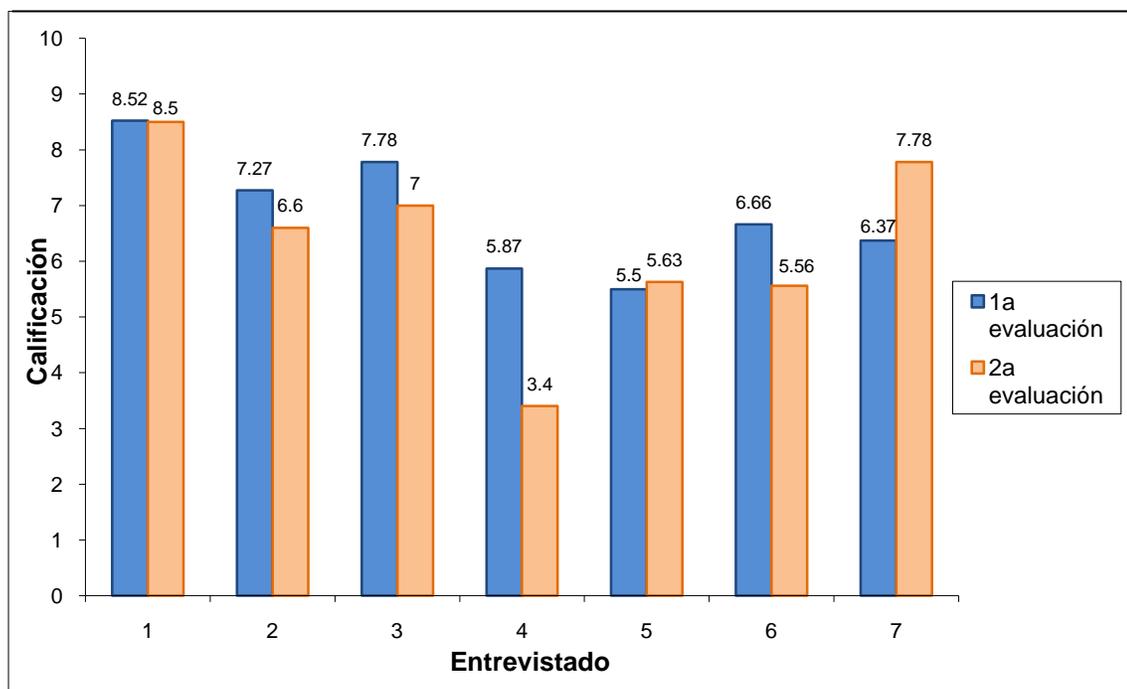


Figura 26: Calificaciones de los entrevistados.

Al cuestionarles sobre cuáles fueron las razones que ellos consideran que influyeron para el descenso entre las calificaciones, opinan que fue:

- porque los temas son un poco más complicados que en la primera evaluación (4 estudiantes),
- porque cambió la metodología al dejar de utilizar PIAC (5 estudiantes así lo señalaron),
- porque les quedó algún tema con alguna debilidad (4),
- porque la maestra se puso muy exigente (2),
- porque no les gustan las matemáticas (2)

Con relación a la pregunta de si consideran que el uso de la plataforma como apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje durante el primer periodo favoreció el resultado de su calificación en este periodo, 6 de los entrevistados opinaron que sí, comentando

adicionalmente que fue porque en la plataforma ya tenían todo el material y aprovechaban más el tiempo, además de que podían volver a ver los temas en cualquier momento.

Respecto al aprendizaje durante la primera evaluación, consideran en general que fue mayor por el efecto de la plataforma y que las clases estaban muy bien organizadas.

Acerca de cómo preferirían llevar la clase, si con el apoyo de la plataforma o sin ésta, 5 opinaron que con apoyo de la plataforma, 1 de manera tradicional y al otro le daba lo mismo.

Al cuestionarles qué es lo que más les agradó, en general, durante la primera evaluación, ellos señalaron que todos los temas estaban organizados y con una estructura diferente a la tradicional, pues en la plataforma tenían el material con animaciones, adivinanzas, participaciones variadas, uso de herramientas y que las clases se les hacían más amenas. Además de que podían consultar los recursos en cualquier momento, sus calificaciones y los exámenes se evaluaban de inmediato. La parte de retroalimentación fue un aspecto que resaltaron era importante para ellos pues además de practicar más, les era posible saber en qué temas tenían que reforzar sus conocimientos.

A la pregunta de ¿qué consideras que le falta a la plataforma? Ellos contestaron que le faltaban más ejercicios resueltos, ampliar algunas explicaciones y que el contenido del curso esté completo, para llevarlo así todo el semestre, porque 6 de 7, correspondiente al 86% de los entrevistados, consideran que les hubiera gustado que todo el programa del semestre lo llevaran bajo esta modalidad.

### **Entrevista con la profesora**

A la profesora le agradó por completo llevar el curso bajo esta modalidad. Es la primera vez que trabajaba de esta manera y manifestó que solo el primer día se sintió nerviosa, pero

en lo sucesivo se sintió muy segura. Lamentó que la utilización de la plataforma solo fuera por un periodo parcial.

Respecto a los requerimientos para su utilización considera que fueron muy pocos, pues después de haber estado trabajando durante el curso previo de preparación y como ya conocía el sistema, se le hizo bastante ágil y funcional.

El proceso de enseñanza-aprendizaje bajo esta modalidad considera que es mucho mejor que el tradicional porque le permite tener más tiempo para atender a los estudiantes y reconoce que el sistema le ayuda bastante en cuanto a la retroalimentación para los estudiantes. Especialmente el sistema de evaluación le facilitó su labor, pues señala que se lleva bastante tiempo para calificar exámenes, participaciones y tareas.

Entre las diferencias más marcadas que apreció entre los estudiantes, señala que los que emplearon la plataforma estaban mucho más motivados, con una mejor actitud de trabajo, más creativos y responsables que los que llevaron la clase en forma tradicional.

En su opinión, la modalidad apoyada por la plataforma fortaleció el aprendizaje de los estudiantes, pues éstos eran más propositivos, exploraban solos los temas, y la calidad de las tareas era mucho mejor. También en la calidad de las participaciones se reflejaron mejorías con respecto a los que llevaban la clase de manera tradicional.

Los aspectos que considera se vieron afectados favorablemente por el uso de la plataforma en el proceso enseñanza-aprendizaje, fueron la motivación, la retroalimentación y el tiempo de atención para los estudiantes.

Detectó que se tuvieron diferencias tanto entre los grupos que trabajaron con la plataforma de aprendizaje contra los que llevaron la clase en forma tradicional, como entre las carreras, siendo mejor los grupos que usaron la plataforma y los de Telemática, respectivamente.

Del proceso metodológico usando la plataforma PIAC, la profesora señala que no cambiaría nada, solo ayudar para completar los temas y que se le permitiera utilizarla con todos sus grupos.

Entre los aspectos que resalta de la plataforma, destacan los siguientes:

Con respecto a la usabilidad:

- 1) Muy fácil para utilizar la plataforma en las clases.
- 2) Sistema disponible, ligero y rápido.
- 3) El diseño amigable y sencillo.

Características del LMS:

- 4) El sistema de exámenes que favorece el proceso de evaluación.
- 5) Control del acceso por parte del profesor.
- 6) Seguimiento académico eficaz para reporte de calificaciones a los estudiantes.

Contenido:

- 7) Que las actividades que se proponen en cada sesión son muy interesantes.
- 8) Que los objetos de apoyo ampliaban el conocimiento de los temas y contribuían a hacer más interesante la clase además de atractivo para los estudiantes, especialmente con las historias, juegos y razonamientos.

Una vez concluida la experimentación se hizo un análisis adicional con respecto a las calificaciones finales comparadas con los resultados en la fase experimental (que comprendió el primer parcial de tres) y con esto detectar algunos otros elementos para corroborar que la intervención de la plataforma de aprendizaje fortalece el aprendizaje de manera significativa. Los datos finales de las calificaciones de los grupos participantes se muestran en la tabla XXVI. Presentando un mejor promedio durante el primer periodo los grupos experimental (grupos A y D) contra los grupos control (grupos B y E), mientras que en la calificación final los grupos experimental tuvieron un menor promedio en comparación con los grupos control. Esta situación es posible que se halla presentado por el efecto de dejar de usar la plataforma en apoyo al proceso de enseñanza, pues los mismos estudiantes manifestaron su deseo de continuar utilizándola en las demás sesiones, ya que así lo consideró el 85% de los que lo utilizaron, mientras que el 15% consideró que les daba lo mismo; ninguno consideró no seguir utilizándola. Además es posible que también

influyeran las habilidades metacognitivas de los estudiantes y los hábitos de estudio, pues en la exploración que se hizo, los grupos control tuvieron un resultado más alto respectivamente que los grupos experimental. Otra razón es que a medida que se avanza en el programa académico, la complejidad de los temas aumenta.

Tabla XXVI. Resultado de las calificaciones del primer periodo y la calificación final del curso de Cálculo de los grupos participantes en la experimentación.

Estudiante	Primera evaluación				Calificación Final			
	Gpo. A	Gpo. B	Gpo. D	Gpo. E	Gpo. A	Gpo. B	Gpo. D	Gpo. E
1	8.01	6.58	6.26	5.40	6.45	6.77	6.33	6.40
2	6.68	6.24	5.50	3.04	8.10	8.23	6.00	6.00
3	9.00	5.04	3.81	5.31	9.03	6.00	6.00	6.67
4	6.00	6.42	5.54	5.86	7.20	6.20	8.00	6.00
5	8.52	6.27	4.46	4.85	8.20	6.20	5.00	6.50
6	7.12	5.54	6.66	6.65	9.07	6.20	6.00	8.00
7	9.82	9.08	4.77	9.11	9.43	9.80	6.00	10.00
8	9.91	7.52	5.27	2.92	6.60	6.67	6.00	7.90
9	7.27	8.71	4.30	5.05	7.10	9.37	7.00	7.83
10	7.80	6.67	3.41	8.72	6.13	8.07	6.00	9.00
11	7.41	5.30	4.78	3.65	8.00	5.58	6.00	6.00
12	7.63	7.04	3.66	3.43	6.00	6.72	5.00	7.30
13	5.74	7.82	5.58	6.39	6.87	8.80	6.33	8.00
14	7.80	5.25	5.18	3.28	8.03	6.47	6.00	6.90
15	9.38	6.84	5.99	3.85	6.40	9.07	7.00	6.00
16	6.95	6.06	5.66	7.18	6.00	9.40	6.00	8.00
17	6.87	6.99	6.99	6.09	6.30	8.83	7.33	6.50
18	7.18	8.02	4.47	5.02	6.65	8.90	8.00	6.00
19	6.67	5.65	5.17	4.45	6.75	8.17	6.00	6.00
20	7.78	6.21	8.14		8.87	8.00	8.00	
21	9.93	8.17	6.37		9.17	8.37	6.67	
22	8.38	6.29	8.35		6.10	8.00	9.00	
23	7.64	6.56			8.10	6.33		
24	9.19	5.97			6.57	6.75		
25	8.13	5.81			6.20	7.40		
26	7.96	6.32			6.00	8.00		
27	5.87	5.73			8.00	8.13		
28	7.24	5.53			7.30	8.00		
29		5.87				6.83		
30		5.88				8.00		
31		7.04				6.58		
32		6.66				6.70		
33		7.54				8.00		
promedio	<b>7.78</b>	<b>6.56</b>	<b>5.47</b>	<b>5.28</b>	<b>7.31</b>	<b>7.59</b>	<b>6.53</b>	<b>7.11</b>

Se hizo un análisis de correlación entre las calificaciones del primer periodo y el resultado final del curso, para encontrar alguna relación entre éstas. Como se puede observar, los grados de correlación entre la calificación del periodo de experimentación y la calificación final del curso, reflejados en la tabla XXVII, no muestran que exista una clara tendencia para asegurar que quienes emplearon la plataforma PIAC tengan un mejor resultado en la calificación final. Pues mientras que en el grupo A de Telemática, se obtuvo una relación muy débil, en el grupo D de Informática si se presentó una relación alta, de 0.62. En los grupos control, el grupo B tuvo una relación mediana, mientras que el grupo E, de la carrera de Informática muestra una consistencia alta en la relación entre sus calificaciones del primer periodo y su calificación final, ya que desde el primer periodo sus calificaciones fueron muy bajas, y mantuvieron esta tendencia en su calificación final, pues su grado de correlación fue del 68%.

Se aplicó un cuestionario al final del curso (instrumento que se detalla más ampliamente en el apéndice L), aplicado a los participantes que emplearon la plataforma durante sus clases del primer periodo. Los estudiantes manifestaron que la calificación del primer periodo sí se vio influenciado por el uso de la plataforma, como se muestra en la figura 27, ya que así lo señaló el 86%; mientras que su aprendizaje se vio altamente fortalecido, opinó el 74% como se corrobora en la figura 28.

Tabla XXVII. Coeficiente de correlación entre la primera evaluación y la calificación final de los grupos participantes en la experimentación.

	Coeficiente de correlación entre la primera evaluación y la calificación final
Grupo A (experimental)	0.176187329
Grupo B (control)	0.55118774
Grupo D (experimental)	0.624440981
Grupo E (control)	0.68160597

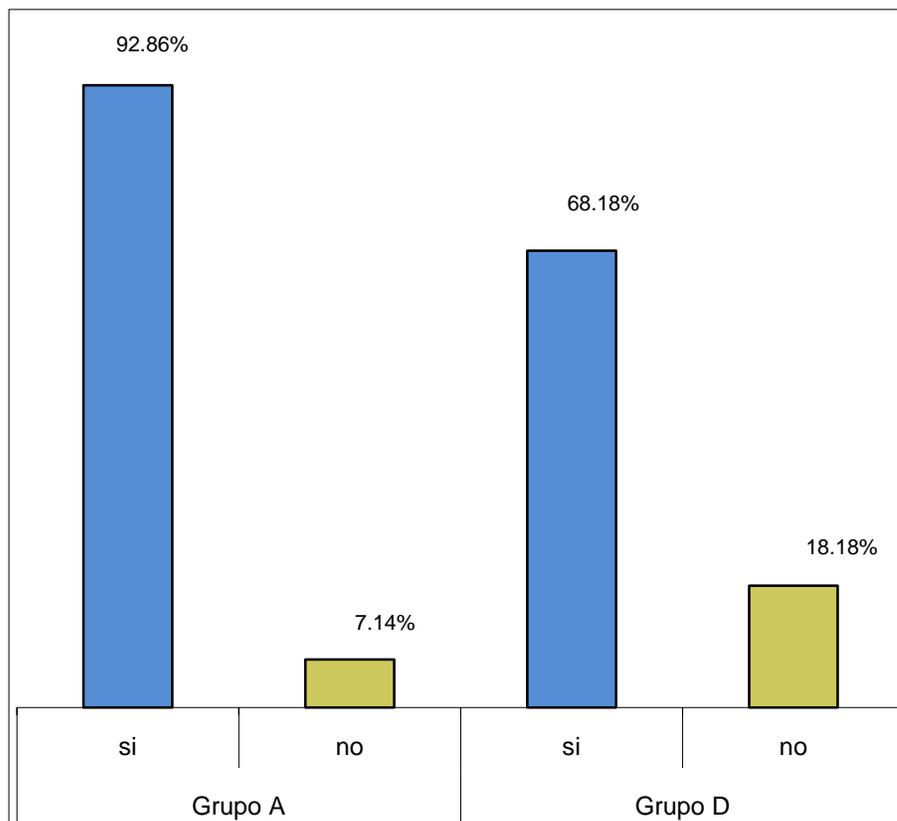


Figura 27: Opinión sobre si la calificación del primer periodo fue influenciada por el uso de la Plataforma electrónica de aprendizaje.

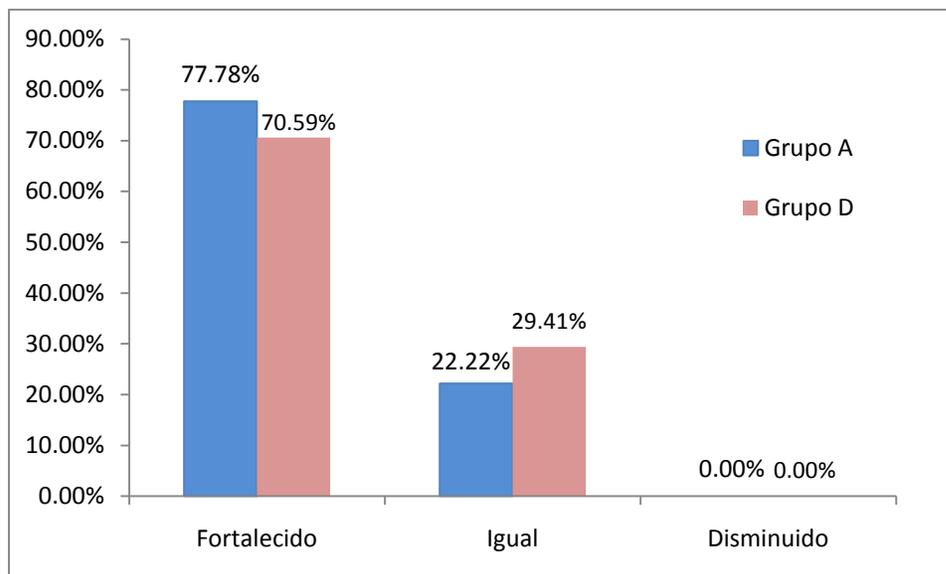


Figura 28: Fortalecimiento del aprendizaje de los estudiantes del curso de Cálculo durante el primer periodo con el uso de la plataforma.

Respecto del interés por haber seguido utilizando la plataforma electrónica durante las clases en los demás periodos del curso de Cálculo, el 86% de los estudiantes manifestó que sí le hubiera gustado, mientras que al 14% le daba igual y ninguno manifestó que no.

Los elementos de la plataforma que les parecieron más interesantes se muestran en la figura 29, cabe la aclaración que varios de los estudiantes eligieron más de una característica. Como se puede apreciar y que coincide con los comentarios que se detallan en el apéndice L, son los objetos de apoyo, con 80%, lo que les llamó más su interés, seguido de las herramientas con que cuenta el sistema con un 76%, destacando que de éstas la que más les ayudó es la graficadora. El sistema de exámenes fue elegido por 35 de los encuestados, que representa un 70%, mientras que 32 personas eligieron que les atraían las actividades que se implementaron en la plataforma. Solo uno de los encuestados opinó que ninguna de los elementos de la plataforma le agradó.

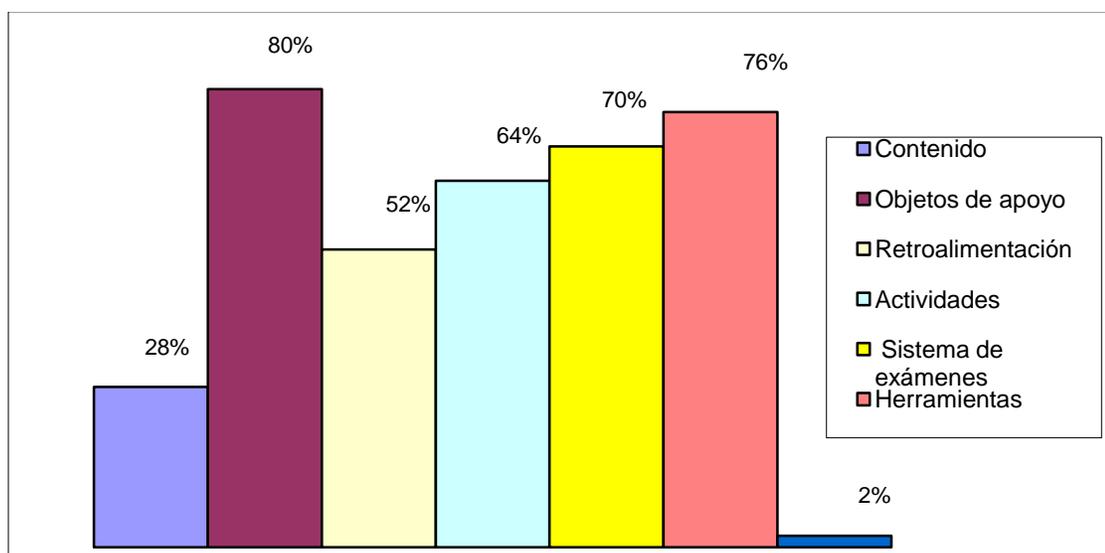


Figura 29: Interés de los estudiantes por los elementos de la plataforma.

En relación con la forma de evaluar, se implementó la aplicación de los exámenes de manera coherente con la forma en que se estuvo trabajando para quienes utilizaban la plataforma electrónica. Mientras que los grupos que llevaban las clases en forma tradicional realizaban sus exámenes en papel y lápiz, los estudiantes de los grupos experimentales lo

hacían en línea en un sistema que les presentaba preguntas aleatorias (del mismo banco de pregunta que los del sistema tradicional) y con respuestas aleatorias. Por lo que a cada estudiante se le presentaba un examen diferente y la calificación se la proporcionaba el sistema de manera inmediata, así como la retroalimentación correspondiente y su seguimiento académico. Esto fue novedoso para los estudiantes y de gran ayuda para la profesora, tanto en los tiempos para la revisión como la atención a estudiantes. En la figura 30 se muestra la opinión de los participantes por el sistema de exámenes incorporado a la plataforma, donde el 82% opinó que es mejor el sistema de evaluación de la plataforma que el sistema de evaluación tradicional; el 10% prefirió el sistema tradicional y el 8% opinó que son iguales.

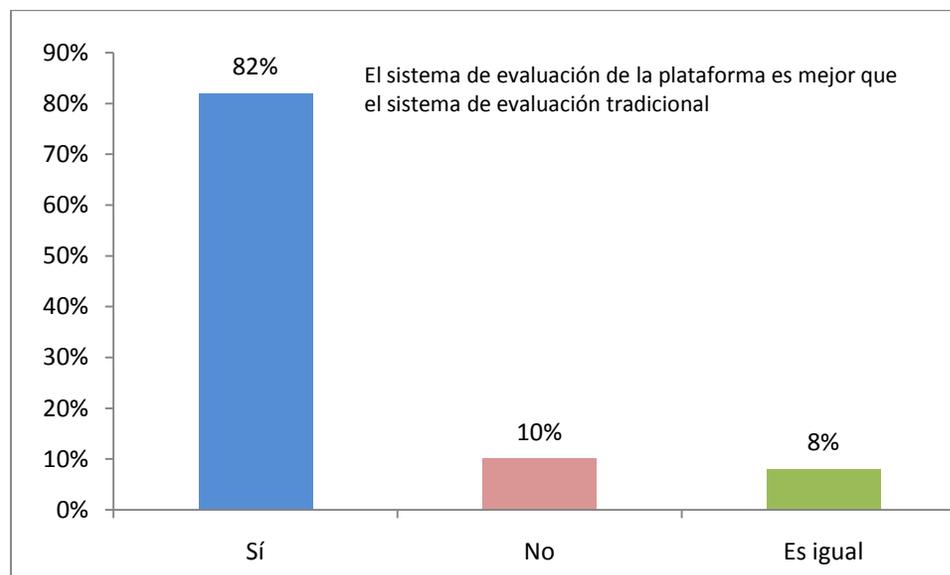


Figura 30: Opinión de los usuarios de la plataforma respecto al sistema de evaluación empleado en la metodología.

El sistema de exámenes incorporado en la plataforma permite generar al profesor distintos exámenes, cambiar o agregar preguntas y controlar los tiempos de aplicación. Durante el periodo de experimentación se les preguntó a los estudiantes de qué manera preferían la aplicación de sus exámenes, y solo a los que no quisieron utilizar el sistema incorporado a la plataforma (3 estudiantes) se les aplicó en papel y lápiz. Después ellos mismos quisieron

vaciar sus respuestas en la versión electrónica y aprovechar las facilidades que les presentaba el sistema. En el último examen todos optaron por hacerlo a través del sistema automatizado.

Terminada la fase de experimentación, se llegó a las reflexiones que se detallan en los siguientes párrafos.

### **V.7 Sumario**

Es de gran importancia el análisis de la evaluación de la intervención de herramientas basadas en TIC's para determinar si éstas ayudan en el proceso enseñanza-aprendizaje. El interés fue dirigido hacia cursos de matemáticas en cursos universitarios por la problemática que los estudiantes han presentado durante los primeros semestres de su carrera, esto recabado a través del cuestionario que se les aplicó a los profesores y el análisis de calificaciones en 3 universidades del país. El propósito fue determinar si el rendimiento académico de los estudiantes se favoreció con la intervención de la Plataforma Interactiva de Aprendizaje para el Cálculo (PIAC) diseñada bajo los contenidos curriculares de un curso de Cálculo, con enfoque basado en objetos de aprendizaje. La metodología que se usó en la experimentación fue cuasiexperimental y se implementó con 4 grupos formales de licenciatura que tuvieron incluido el curso de Cálculo en la currícula de su carrera, contando con un total de 102 participantes universitarios. Dos de los grupos fueron de la carrera de ingeniería en Telemática y los otros 2, de la carrera de licenciatura en Informática, siendo cada uno de éstos grupo control y experimental respectivamente. Los grupos experimentales utilizaron durante sus clases la plataforma PIAC como parte de la metodología de enseñanza-aprendizaje, mientras que los grupos control tuvieron sus clases en un aula con clase en forma tradicional, con iguales actividades académicas, exámenes, tareas y contenido temático.

Como parte del análisis, se revisó que los grupos que intervinieron en el experimento cumplieran con el requisito de normalidad, para la aplicación de las respectivas técnicas paramétricas, condición que cumplieron los grupos participantes. Las pruebas de hipótesis que se plantearon, se hicieron para comparar la homogeneidad de los grupos antes y después de la experimentación. Estas pruebas se validaron a través del estadístico t-Student, midiendo la diferencia con respecto a la media del rendimiento académico por carrera entre cada par de grupos independientes.

Para la medición del rendimiento académico se aplicaron 17 instrumentos, previamente validados: 5 exámenes rápidos, 5 instrumentos de participación, 6 tareas extraclase y un examen global. La aplicación de éstos permitió verificar que los grupos experimentales tuvieron un promedio mejor que los grupos control. Sin embargo, el análisis de homogeneidad no arrojó suficiente información para indicar que en los grupos de Informática se presentara suficiente evidencia para indicar que los grupos fueran significativamente distintos y que esto se debiera a la intervención de la plataforma PIAC; mientras que en los grupos de Telemática sí se presentó evidencia estadística del cambio de homogeneidad después de la experimentación.

Dado que en el rendimiento académico de los estudiantes no solo impactan factores relativos a exámenes y actividades en clase, sino también factores que tienen que ver con las actitudes y aptitudes de los estudiantes, previamente ya se había considerado la observación de los 4 grupos, la aplicación de un instrumento para medir habilidades metacognitivas y hábitos de estudio, la aplicación de encuestas de opinión y entrevistas tanto a los estudiantes como al profesor. Estos instrumentos proporcionaron más elementos para completar el estudio de lo que implica el uso de recursos basados en tecnología en el proceso enseñanza-aprendizaje.

Si bien los resultados estadísticos reflejaron que no había suficiente evidencia estadística para señalar que el rendimiento académico del grupo experimental de la carrera de Informática fue superior debido a la inclusión de PIAC en la metodología de enseñanza-

aprendizaje, las entrevistas y la aplicación de la encuesta sobre el uso de la plataforma indicaron que el aprendizaje de los estudiantes sí se vio favorecido con ésta, particularmente en lo que se refiere a la mejora de actitudes ante el curso, participaciones en clase, exámenes rápidos y tareas.

Los aspectos emotivos y formas de trabajo de los grupos experimentales fueron mucho mejor que los que se presentaron con los grupos con clase tradicional, en ambas carreras. Esto refleja que con el uso de este tipo de ambientes se favorece la motivación hacia las matemáticas y se fomenta la colaboración y participación entre los estudiantes.

La medición de los hábitos de estudio de los estudiantes señaló que a pesar de que el grupo D presentó menores habilidades cognitivas, mejoró su rendimiento académico y ellos mismos señalaron, en las entrevistas, que esto se debió a la utilización de PIAC durante las clases, enfatizando que hubieran querido continuar utilizándola en los demás periodos del curso.

Con esta experimentación se obtuvieron elementos que permitieron concluir que la inclusión de herramientas basadas en TIC's ayudan en el proceso enseñanza-aprendizaje, específicamente en cursos de matemáticas, pues el rendimiento académico de los estudiantes se vio favorecido durante el periodo de intervención, la cual fue implementada con grupos formales de licenciatura para el curso de Cálculo en la currícula de dos carreras distintas. Para ello fue necesario:

- a. Desarrollar la herramienta basada en TIC's (PIAC) con contenidos apegados a los programas oficiales vigentes
- b. Analizar las características de los grupos participantes antes y después de la experimentación
- c. Incluir la propuesta pedagógica
- d. Elaborar los materiales necesarios para la captura de información
- e. Capacitar a los colaboradores en la experimentación, en este caso a profesores y observadores

- f. Considerar la mayor cantidad de factores que intervienen en el proceso educativo, como son permisos de las autoridades, infraestructura, disponibilidad del profesorado y antecedentes de los estudiantes, entre los más importantes.

## Capítulo VI

---

### CONCLUSIONES

---

Los distintos hallazgos y análisis descritos en este documento son evidencias de que el aprendizaje de las matemáticas es y ha sido un reto para el nivel Superior. Éstos sugieren cambios en los métodos de enseñanza-aprendizaje que permitan al estudiante el uso apropiado de las Tecnologías de Información como una manera para que aplique los conocimientos en la solución de los problemas de su entorno y desarrolle actividades interdisciplinarias.

Como parte de esta investigación se realizó una revisión profunda de indicadores nacionales y mundiales respecto a la situación de las carreras de ciencias e ingeniería en nuestro país. El análisis de los resultados encontrados confirma que en estas áreas existen una serie de problemas que se traducen en una baja matrícula en estas carreras universitarias. Se encontraron además altos índices de deserción y reprobación, bajos indicadores de permanencia y bajo índice de titulación por parte de los universitarios.

A partir de ese diagnóstico, resultó evidente la necesidad de tomar acciones para la integración de software durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se consideró prioritario conocer las percepciones y opiniones de los profesores de matemáticas en el país, sobre diferentes aspectos de su práctica docente y los problemas que ellos identifican, así como la posibilidad de adopción de nuevos modelos de enseñanza cuando imparten cursos de matemáticas y otros aspectos del proceso educativo. Para ello, se diseñó un instrumento en forma de encuesta para ser respondida por los profesores del nivel universitario que enseñan en los cursos de matemáticas de los primeros años de los

programas de estudios del nivel Superior en México. Fue contestada en línea por 145 profesores de instituciones educativas de 26 estados.

El análisis de los resultados de la encuesta, indica que los profesores tienen una tendencia a privilegiar el conocimiento técnico de los estudiantes sobre el aspecto emotivo de su aprendizaje, a pesar de que ellos mismos consideran importante que se incluya dentro de las actividades académicas pues consideran que el estudiante se verá beneficiado en su aprendizaje y especialmente en su actitud hacia las matemáticas. Los profesores, en su mayoría, consideraron que sus estudiantes presentan grandes deficiencias tanto en temas de secundaria y preparatoria como en los relacionados con los contenidos de los cursos básicos de su carrera universitaria. Dado que ellos identificaron a la reprobación y bajo rendimiento en los cursos de matemáticas como algunas de las razones por las cuales ocurre la deserción de estudiantes en el nivel universitario, se consideró importante plantear estrategias que puedan tener impacto en la solución de este problema.

Los profesores coincidieron en que el uso de materiales basados en tecnología permite nuevas oportunidades de enseñanza-aprendizaje, identificando a los cursos básicos de matemáticas del nivel superior como los cursos de mayor atención dado los bajos rendimientos que se presentan, y el 83% de los profesores manifestó que están de acuerdo en que el aprendizaje de las matemáticas se verá fortalecido si se utilizan medios tecnológicos adecuados. Estas aproximaciones dictaron lineamientos para el diseño y desarrollo de software, el contenido, así como los aspectos metodológicos de su aplicación en el aula. Se consideró la aplicación de una propuesta integral que ofrezca el uso de TIC, modificaciones curriculares adecuadas y la formación de docentes en el uso de las TI. Por lo que los esfuerzos deberían estar dirigidos no solo a la creación de material educativo basado en la computadora, sino a la introducción de un sistema integral basado en material de enseñanza universitaria para cursos de matemáticas, en función de las actitudes positivas de los profesores a emplear las metodologías y la tecnología en el aula como parte de sus actividades diarias.

La integración se puede lograr mediante el desarrollo de nuevas estrategias educativa que utilizan un entorno de aprendizaje electrónico, modelos de aprendizaje con un enfoque orientado hacia la resolución de problemas, software interactivo (como simulaciones, animaciones y herramientas interactivas) y matemáticas recreativas. Tomando esto en cuenta, se desarrolló e implementó un ambiente de aprendizaje basado en objetos de aprendizaje para cursos de Cálculo: la Plataforma Interactiva de Aprendizaje para el Cálculo (PIAC).

El análisis de los resultados de la encuesta apoyó la idea de que el desarrollo de la plataforma tenía que ir acompañado de todo el diseño del curso, lo que a su vez permitió que la implementación de PIAC se lograra exitosamente. Se cumplió con el propósito de creación de una herramienta con contenidos estructurados que forman parte del currículo formal de Cálculo, con objetos de aprendizaje innovadores y con un buen grado de evaluación de usabilidad.

Integramos TIC en un curso de Cálculo, diseñado para ser utilizado en un entorno de aprendizaje basado en web como apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas del primer año universitario. En su diseño se incluye una estrategia pedagógica de enseñanza. El curso tiene la disponibilidad de diferentes recursos hacia el estudiante, por lo que se incluyó el modelo de unidad didáctica como la guía metodológica. Dado que el aprendizaje centrado en el alumno requiere que los profesores entiendan muchos factores (contenidos del curso, así como la pedagogía y la tecnología para crear el acoplamiento de ambientes de aprendizaje más completos), el modelo didáctico incluye la estrategia de enseñanza utilizando la plataforma y se sugieren elementos para la evaluación del curso. Esta estructura se basó en distintas plataformas didácticas y fue enriqueciéndose con las aportaciones de diseñadores, pedagogos y profesores del área de matemáticas, durante el proceso de evaluación de PIAC. En el diseño instruccional se establece que primero se planteen las competencias, enseguida la presentación histórica, antecedentes, contenidos, objetos de apoyo, las actividades y solución de éstas, retroalimentación y

evaluación de lo aprendido. Cada una de estas secciones pasó por una evaluación de usabilidad y contenido.

La experimentación se realizó con 4 grupos de dos carreras distintas, el uso de la plataforma electrónica desarrollada, que incluye 30 objetos de aprendizaje, para determinar si el esquema planteado utilizando la plataforma de aprendizaje se favorecía el aprendizaje de los estudiantes. Para lo cual se hizo la comparación de dos grupos, estadísticamente homogéneos, que utilizaron un ambiente de aprendizaje basado en objetos de aprendizaje, grupos experimentales, contra otros dos grupos que tuvieron sus clases de manera tradicional, grupos de control. La experimentación se llevó a cabo durante 140 sesiones, atendiendo los detalles de observación y elaboración de diversos instrumentos para recabar información respecto a las actitudes, habilidades y conocimientos.

Como parte del análisis, se revisó que los grupos que intervinieron en el experimento cumplieran con el requisito de normalidad, para la aplicación de las respectivas técnicas paramétricas, condición que cumplieron los grupos participantes. Las pruebas de hipótesis que se plantearon, se hicieron para comparar la homogeneidad de los grupos antes y después de la experimentación. Estas pruebas se validaron a través del estadístico t-Student, midiendo la diferencia con respecto a la media entre el rendimiento académico por carrera entre cada par de grupos independientes.

Para la medición del rendimiento académico se aplicaron 17 instrumentos, previamente validados: 5 exámenes rápidos, 5 instrumentos de participación, 6 tareas extraclase y un examen global. La aplicación de éstos permitió verificar que los grupos experimentales tuvieron un promedio mejor que los grupos de control.

En los grupos participantes de Ingeniería en Telemática, la prueba estadística t-Student corroboró la diferencia significativa entre el grupo que utilizó el ambiente y el grupo de control que llevó el curso de manera tradicional, siendo mejor los que utilizaron la plataforma, en un 12.2% en su rendimiento académico. Sin embargo, este mismo análisis

de homogeneidad no arrojó información suficiente para establecer que los grupos de la carrera de Informática se presentaran diferencias significativas entre los dos grupos y por lo tanto no se tiene información concluyente de los beneficios para el grupo que utilizó la plataforma en comparación con el grupo de control. Esto es indicativo de que las estrategias que se apliquen a diferentes sujetos no necesariamente tienen la misma respuesta y se debe tener el cuidado de analizar por qué sucede esta situación. En este caso particular, se realizó un análisis previo de los grupos respecto a sus habilidades cognitivas y hábitos de estudio obtenido a través del instrumento “Análisis de habilidades metacognitivas”.

Dado que en el rendimiento académico de los estudiantes no solo impactan factores que son fáciles de cuantificar, como son los relacionados a exámenes y actividades en clase, sino también factores subjetivos que tienen que ver con las actitudes, el desarrollo de habilidades y aptitudes y la percepción de lo que se ha aprendido de los estudiantes, se realizaron otros estudios. Un instrumento para medir habilidades metacognitivas y hábitos de estudio, la observación de las actividades, así como la aplicación de encuestas de opinión y entrevistas tanto a los estudiantes como al profesor, fueron herramientas que proporcionaron elementos suficientes para completar el estudio de lo que implica el uso de recursos basados en tecnología en el proceso enseñanza-aprendizaje. Con estos instrumentos se pudo verificar que entre los grupos de Informática las habilidades cognitivas y hábitos de estudio fueron factor determinante para que el resultado obtenido en la prueba de homogeneidad no fuera el esperado. El grupo E, grupo de control, superaba al grupo D en un 7.72% en promedio en el resultado de sus habilidades cognitivas. Sin embargo, a pesar de que ambos grupos presentaban deficiencias en el rendimiento y sus habilidades cognitivas antes del experimento, el grupo D tenía menor promedio de calificaciones, 7.561 contra 8.03 del grupo E. Después del experimento, el grupo D pudo superar tanto en promedio general, como en la mejora de la actitud, participaciones, logro de las actividades y tareas, aspectos que sí presentan diferencias estadísticamente significativas a favor de quienes emplearon la plataforma durante sus clases.

Entre las diferencias fundamentales de la enseñanza basada en el ambiente computacional con respecto a la enseñanza tradicional, destacan:

- a) Motivación. Los estudiantes que utilizaron la plataforma se mostraron más motivados que los que llevaron los cursos de manera tradicional, en un 25%.
- b) Rendimiento. Los estudiantes que utilizaron la plataforma tuvieron mejor logro académico que quienes llevaron el curso de manera tradicional, en un 12.2% para la carrera de ingeniería en Telemática y 1.9% para la carrera de licenciatura en Informática.
- c) Participación. Los estudiantes que utilizaron la plataforma presentaron mayores actitudes de participación, en un 21%.
- d) El logro de actividades diseñadas para cada tema fue mejor con quienes llevaron las clases con el sistema mediado por la computadora en un 30%.
- e) Desarrollo de la clase. Mientras que en la enseñanza tradicional se privilegió la exposición, explicación y demostración de teoremas por parte de la profesora, en la otra modalidad los estudiantes participaban en las discusiones, desarrollos y propuesta de otras alternativas de solución. Las estrategias didácticas por parte de la profesora usando el sistema fueron variadas, entre las que destacan: casos de estudio, discusiones en pequeños grupos, retos, trabajo colaborativo y desarrollo de proyectos.

El cambio en los esquemas tradicionales de enseñanza-aprendizaje a los basados en herramientas tecnológicas, puede llegar a ser un fuerte apoyo a la enseñanza de las matemáticas en la educación universitaria. Con este estudio, se apoya la idea de que el uso de herramientas tecnológicas implica otras habilidades y roles de los profesores. Ahora adecúa los materiales, coordina las actividades académicas, verifica el logro de los aprendizajes, atiende dudas, promueve el aprendizaje significativo de manera más específica, apoya la enseñanza a través de herramientas interactivas, utiliza nuevos medios de evaluación, y fomenta actividades recreativas como parte de las actividades en la construcción del aprendizaje. Es decir, se fomenta fuertemente la motivación hacia las matemáticas por parte de los estudiantes, se mejora el rendimiento académico y se incrementa la participación en las actividades académicas.

La evaluación de la plataforma de aprendizaje PIAC que se realizó en cursos formales de nivel universitario, valoró el uso de las TIC's como apoyo para la educación de las matemáticas. Se infiere que el uso de estas herramientas es un factor que puede ayudar en la problemática, particularmente en los cursos básicos de matemáticas en las carreras de ciencias e ingeniería. Sin embargo, deben tomarse en cuenta múltiples factores, entre los que destacan la disponibilidad de recursos, habilidades cognitivas de los estudiantes, disposición del profesor con este tipo de implementaciones, estilos de aprendizaje y hábitos de estudio de los estudiantes, aspectos que también fueron considerados en la experimentación que se hizo.

El uso de ambientes de aprendizaje electrónico en el aula de clases, es una alternativa que poco a poco va tomando fuerza. Las instituciones educativas tienen la oportunidad de aprovechar estos recursos, difundiendo entre los profesores los beneficios sobre el uso de ambientes de aprendizaje apoyados con tecnología. De esta manera, en conjunto con una propuesta educativa integral que incluya el equipamiento adecuado de aulas, la adecuación de los programas y, por supuesto, una capacitación sobre el uso de TI para la enseñanza, permitirá que una mayor cantidad de profesores adopten estos modelos de enseñanza, y con ello lograr que se tengan grandes posibilidades de introducir a las TI en el aula en beneficio de los estudiantes.

Así, como cada vez más maestros enseñan matemáticas con el apoyo de la tecnología como herramienta, el cambio debe estar más directamente hacia los problemas enfocados en cómo aprenden matemáticas los estudiantes, la evaluación de los resultados de la apropiación de la tecnología y su impacto en el plan de estudios, sin dejar de lado las estrategias instruccionales que se requieren para que los estudiantes puedan aprender matemáticas. Finalmente, si se usa la tecnología como apoyo en el aprendizaje de sus cursos de matemáticas en los niveles universitarios, los estudiantes se prepararán mejor al usar la tecnología apropiada, fluida y eficazmente para hacer que las matemáticas junto con la tecnología se generen ambientes enriquecedores en las que ellos estudiarán y trabajarán en el futuro.

En este estudio se presentó el desarrollo, implementación y evaluación de objetos de aprendizaje, así como su contenedor. Lo cual constituye un verdadero apoyo en cursos formales de matemáticas del nivel superior. Se ha mostrado que la propuesta educativa integral sirve para mejorar el logro académico de los estudiantes, y más pretenciosamente aumentar su motivación por el aprendizaje de las matemáticas. Además, se considera que el enfoque que se ha presentado, tiene el potencial de contribuir para disminuir el fracaso escolar y la tasa de deserción; y particularmente se ha expuesto que el empleo de este tipo de recursos favorece el proceso de enseñanza-aprendizaje en cursos formales de educación.

La evaluación presentada permitió medir la efectividad de las TIC's basadas en el recurso electrónico para matemáticas de nivel universitario en un curso formal. Los resultados expresaron que la utilización de la tecnología es un factor crucial que ayuda a mejorar los problemas asociados con el aprendizaje de matemáticas en este nivel educativo en un curso básico de su formación universitaria. No obstante, dado que el experimento se llevó a cabo con estudiantes cuyo perfil está orientado hacia la computación y la informática, con cierta experiencia en el uso de ambientes de aprendizaje en línea, se debe contemplar en un futuro el analizar lo que sucede si el enfoque propuesto se implementa con grupos de estudiantes con otro perfil y sin todas las habilidades en el manejo de las nuevas tecnologías que se predisponen en la población de estos estudiantes.

Adicionalmente, es conveniente indagar las necesidades de los profesores para utilizar la tecnología o el proceso que éste enfrentaría para tomar la decisión acerca de aceptar o rechazar una innovación particular para la instrucción en cursos de matemáticas con recursos soportados por la tecnología, como pueden ser:

1. Conocimiento de los profesores para darse cuenta de cómo integrar la tecnología con el aprendizaje de las matemáticas.
2. Persuasión para que los profesores formen una actitud favorable o desfavorable hacia la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas con la tecnología.

3. Decisión donde los profesores se comprometan en actividades que implique la opción de adoptar o rechazar la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas con la tecnología.
4. Aplicación donde los profesores integran la enseñanza activamente y aprendan con la tecnología.
5. Confirmación donde los profesores evalúen los resultados de la decisión para integrar la enseñanza-aprendizaje con la tecnología.

Lo anterior pudiera lograrse con cursos de capacitación en los que se expongan a los participantes (profesores) las ventajas de los recursos de apoyo a las matemáticas, estrategias de cómo se crean materiales y métodos adicionales con instrucción vía la tecnología.

El papel de los docentes de matemáticas está experimentando cambios sin precedentes, marcado por la necesidad de la formación continua en relación con las TIC (Castillo, 2008). A esto se agrega la exigencia de hacer frente a necesidades y expectativas de una sociedad en constante evolución que requiere de profesionales mejor capacitados y que respondan adecuadamente a estos cambios. En este contexto, dado que el estudiante es responsable de su propio aprendizaje, se requiere señalar las medidas que se pueden adoptar para que los profesores actualicen sus conocimientos y mejoren su práctica pedagógica en consonancia con los cambios curriculares, con la finalidad de que la creación y/o adopción de modelos educativos distintos a los tradicionales pueda ser posible.

## Referencias

- Álvarez, L., Miramontes, A., Miramontes, O., Delgado, H. y Medina, I. (2000). *El perfil cognoscitivo del Bachiller*. México: Colegio de Bachilleres del Estado de Baja California. 32 pp.
- ANUIES. (1996-2004). *Anuarios Estadísticos de 1996 a 2004. Población Escolar de Licenciatura en Universidades e Institutos Tecnológicos ANUIES*. 454 pp.
- Apache.org. (2007). *Jetspeed Tutorial*. Recuperado el Feb-12-2009 de <http://portals.zones.apache.org/jetspeed/portal/>.
- Averbach, B. y Chein, O. 2000. *Problem Solving Through Recreational Mathematics*. Dover Publications, Inc. Mineola, New York. 458 pp.
- Berenson, M. y Levine, D. 2006. *Estadística Básica en Administración*. Pearson Publications Company. México. 987 pp.
- Berry, R. y Ritz, J. (2004). Technology Education-A Resource for Teaching Mathematics. *The technology Teacher*, 63(8): 20-24.
- Bertoli, L. (2005). On the lack of comonotonicity between likert scores and Rasch-based measures. *Journal of Applied Measurement*, 6(1): 71-79.
- Bishop, A., Gorgorió, N., Deulofeu, J., De Abreu, G., Balacheff, N., Clements, K., Dreyfus, T., Goffree, F., Hilton, P., Neshet, P. y Ruthven, K. 2000. *Matemáticas y educación: Retos y cambios desde una perspectiva internacional*. Graó de Irif, S.L. Barcelona, España. 212 pp.
- Bland, J. M. y Altman, D. G. (1997). Statistics notes: Cronbach's alpha. *British Medical Journal*, 314(1): 572.
- Boaler, J. 2009. *Experiencing School Mathematics: Traditional and Reform Approaches To Teaching and Their Impact on Student Learning, Revised and Expanded Edition*. Lawrence Erlbaum Vol. Mathematical Thinking and Learning Series. 224 pp.

- Boyer, C. B., Merzbach, U. C. y Asimov, I. 1991. *A History of Mathematics*. Wiley,. Second ed. New York. 736 pp.
- Bryceson, K. (2007). The online learning environment—A new model using social constructivism and the concept of ‘Ba’ as a theoretical framework. *Learning Environments Research*, 10(3): 189-206.
- Cangelosi, J. 2004. *Classroom management strategies: gaining and maintaining student's cooperation*. Jhon Wiley & Sons, Inc. Fifth ed. 398 pp.
- Carratalá, F. (2008). Guía práctica para la elaboración de unidades didácticas. *Revista Digital Códice*, 15 pp.
- Castillo, S. (2008). Propuesta pedagógica basada en el constructivismo para el uso óptimo de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática. *Revista Latinoamericana de Investigacion en Matematica Educativa*, 11(02): 171-194.
- Cataldi, Z., Salgueiro, F., Lage, F. y García-Martínez, R. (2005). *Sistemas Tutores Inteligentes: los estilos del estudiantes para selección del tutorizado*: LIEMA. Laboratorio de Informática Educativa y Medios Audiovisuales. 1-6 pp.
- Cedillo, T. (2005). *Introducing Algebra with programmable calculators*: Instituto Politécnico Nacional. 6 pp.
- Clark, J., Cordero, F., Cottrill, J., Czarnocha, B., DeVries, D., Tolia, G. y Vidakovic, D. (1997). Constructing a schema: The case of the chain rule. *Journal for Mathematical Behavior*, 16(4): 345-364.
- CONACyT. (2006). *Informe General del Estado de la Ciencia y la Tecnología*. México, D.F.: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. 426 pp.
- Cruz, R. y López-Morteo, G. (2008). *A model for collaborative learning objects based mobile devices*. Artículo presentado en Tercera Conferencia Latinoamericana de Tecnología de Objetos de Aprendizaje: LACLO 2008. 257-262p.

- CUMex. (2008). *Consortio de Universidades Mexicanas: Una alianza de calidad por la educación superior*. Recuperado el Dic, 10, 2008 de <http://www.cumex.org.mx/consorcio/>.
- Chiappe, A., Segovia, Y. y Rincon, H. (2007). Toward an instructional design model based on learning objects. *Educational Technology Research and Development*, 55: 871-681.
- Chilton, M. A. y Hardgrave, B. C. (2004). Assessing Information Technology Personnel: Toward a behavioral rating scale. *The DATA BASE for Advances in Information Systems*, 35(3): 88-104.
- Dana-Picard, T., Kidron, I. y Homar, M. (2007). *Foundation Courses in Engineering Mathematics*. Artículo presentado en World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2007. 430-436p.
- De la Chaussée Acuña, M. (2005). *¿Reprobados en matemáticas, ciencias y lectura?* : Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 6 pp.
- Dede, C. 2000. *Aprendiendo con tecnología*. Paidós. Buenos Aires, Argentina. 285 pp.
- Dondlinger, M. (2007). *Measuring Presence in Online Learning Environments*. Artículo presentado en Society for Information Technology and Teacher Education International Conference 2007. 291-296p.
- Dubinsky, E. y McDonald, M. (2001). *APOS: A constructivist theory of learning in undergraduate mathematics education research*. Artículo presentado en Teaching and learning of mathematics at university level: An ICMI study, Netherlands. 273-280p.
- Espinosa, J. y Román, T. (1998). La medida de las actitudes usando las técnicas de Likert y de Diferencial Semántico. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (3), 477-484.
- Fernández, R. (2005). Defienden la enseñanza de matemáticas con tecnología. *Diario Córdoba*. Recuperado de <http://www.diariocordoba.com/noticias/noticia.asp?pkid=204451>. Sep, 09, 2008

- Freedman, D., Pisani, R. y Purves, R. 2007. *Statistics*. Norton & Co. 4th ed. New York. 720 pp.
- Freund, J., Miller, I. y Miller, M. 2000. *Estadística matemática con aplicaciones*. Pearson Educación. 6a. ed. México. 640 pp.
- Garrison, R., Cleveland-Innes, M. y Fung, T. (2004). Student role adjustment in online communities of inquiry: Model and instrument validation. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 8(2): 61-74
- Gómez, I. y Hurtado, D. (2008). *Objetos Evaluativos del Aprendizaje y su utilización en el área de la Seguridad Informática*. Artículo presentado en Tercera Conferencia Latinoamericana de Tecnología de Objetos de Aprendizaje: LACLO 2008. 87-94p.
- Guevara Niebla, G. 2003. *La Catástrofe Silenciosa*. Fondo de Cultura Económica. 6a. ed. México. 336 pp.
- Heinemann, K. 2001. *Introducción a la metodología de la investigación empírica*. Paidotribo Editorial. Barcelona, España. 284 pp.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. 2004. *Metodología de la Investigación*. MC Graw-Hill. México. 502 pp.
- Hines, W. y Montgomery, D. 2000. *Probability and Statistics in Engineering and Management Science*. Wiley. 3rd ed. New York. 455 pp.
- Humar, I., Sinigoj, A., Bester, J. y Hagler, M. (2005). Integrated Component Web-Based Interactive Learning Systems for Engineering. *IEEE Transactions on Education*, 48(4): 664-675.
- IEEE-Committe. (2002). *Draft Standard for Learning Object Metadata*: Sponsored by the Learning Technology Standards Committee of the IEEE. 44 pp.

- IEEE. (2006). *Draft Standard for Learning Object Metadata*. Recuperado el Ene-23-2007 de <http://www.ltsc.ieee.org/wg12/files/>.
- IEEE. (2007). *IEEE Standard for Learning Object Metadata*. Recuperado el Mar, 15, 2008 de Learning Technology Standards Committee <http://ieeeltsc.org/>.
- INEGI. 2005. *Anuario de Estadísticas por Entidad Federativa. Edición 2005*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, Ags. 643 pp.
- Jacobson, I. 2000. *El Proceso Unificado de Desarrollo de Software*. Addison Wesley Publishing Company. Madrid, España. 438 pp.
- Keengwe, J., Onchwari, G. y Wachira, P. (2008). The use of computer tools to support meaningful learning. *Association for the Advancement of Computing In Education Journal*, 16(1): 77-92.
- Kenneth, R. 1996. International Handbook of Mathematics Education. En. *Part 1, chapter, Calculators in the Mathematics Curriculum: The Scope of Personal Computational Technology*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Holanda. 435-468p.
- Kersaint, G. (2007). Toward technology integration in mathematics education: a technology-integration course planning assignment. *Contemporary Issues in Technology and Teacher*, 7(4): 256-278.
- Khadivi, M. (2006). Computers and Mathematical Philosophies in Educational Trends. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 25(3): 239-250.
- Kieren, T. (1997). Theories for the classroom: Connections between research and practice *International Journal for the Learning of Mathematics*, 17(2): 31-33.
- King, B. y Minium, E. 2003. *Statistical reasoning in Psychology and Education*. John Wiley & Sons, Inc. 4th ed. 550 pp.

- Kleitman, S. y Stankov, L. (2007). Self-confidence and metacognitive processes. *Learning and individual Differences*, 17(2): 161-173.
- Kubiszyn, T. y Borich, G. 2006. *Educational Testing and Measurement: Classroom Application and Practice*. Wiley, 8th edition. 544 pp.
- Leatham, K. (2008). *The Development of Technological Pedagogical Content Knowledge in "Technology, Pedagogy and Mathematics" Courses in the U.S.* . Artículo presentado en Society for Information Technology and Teacher Education International Conference 2008. 5277-5283p.
- Ledesma, R., Molina, G. y Valero, P. (2002). Análisis de consistencia interna mediante Alfa de Cronbach: un programa basado en gráficos dinámicos. *Psico-USF*, 7(2): 143-152.
- León, O. y Montero, I. 1997. *Diseño de Investigaciones. Introducción a la lógica de la investigación en Psicología y Educación*. MC Graw-Hill. 2a. edición ed. pp.
- LOM. (2008). *WG12: Learning Object Metadata*. Recuperado el Jun, 07, 2008 de <http://ltsc.ieee.org/wg12/>.
- López-Morteo, G. (2005). *Ambiente de Aprendizaje basado en Instructores Interactivos de Diversiones Matemáticas*. Tesis doctoral, CICESE, Ensenada, B.C. 218 pp.
- López-Morteo, G., Galaviz-Ferman, M., López, G. y Andrade-Aréchiga, M. (2007). *The use of interactive instructors of recreational mathematics in secondary schools*. Artículo presentado en 3rd. International Conference on Web Information Systems and Technologies (WEBIST 2007), Barcelona, España. 554-558p.
- López-Morteo, G. y López, G. (2007). Computer Support for Learning Mathematics: A Learning Environment Based on Recreational Learning Objects. *Computers & Education*, 48(4): 618-641.
- López-Rayón, E. (2006). *Ambientes Innovadores de Aprendizaje: Dirección de Tecnología Educativa*. Instituto Politécnico Nacional. 13 pp.

- Mankiewicz, R. 2007. *Historia de las matemáticas*. Ediciones Paidós Iberica. Spanish ed. Barcelona, España. 192 pp.
- Martínez, M. (2005). *Diseño de un prototipo de entorno computacional para el aprendizaje y enseñanza de las Matemáticas para un curso de cálculo diferencial a nivel superior.*, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN. 177 pp.
- Martínez, O. y Rodríguez, L. (2008). *El Objeto de Aprendizaje hacia el Objeto del Aprendizaje (de la definición al concepto)*. Artículo presentado en Tercera Conferencia Latinoamericana de Tecnología de Objetos de Aprendizaje: LACLO 2008. 107-116p.
- Massof, R. W. (2004). Likert and Guttman scaling of visual function rating scale questionnaires. *Ophthalmic Epidemiol*, 11(5): 381-399.
- Matthews, W. (2003). Constructivism in the Classroom: Epistemology, History and Empirical Evidence. *Teacher Education*, 30(3): 51-64.
- Meel, D. (2003). Modelos y teorías de la comprensión matemática: comparación de los modelos de Pirie y Kieren sobre el crecimiento de la comprensión matemática y la teoría APOE. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 6(3): 221-278.
- Merino, C. y Lautenschlager, G. (2003). Statistical Comparasion of the Cronbach's Alpha Reliability: Applications in the Eduactional and Psychological Measurement. *Revista de Psicología de la Universidad de Chile*, XII(2): 127-136.
- NCTM. (2006). *Principles & Standards for School Mathematics*. Recuperado el Jul, 25, 2007 de <http://standards.nctm.org/>.
- Neto, M., Do Carmo, M., Silva, N. y Macedo, F. (2003). Teaching and learning conceptions in Engineering Education: an innovative approach on Mathematics. *European Journal of Engineering Education*, 28(4): 523-534.
- Nielsen, J. y Loranger, H. 2006. *Prioritizing Web Usability*. Prentice Hall. 1st ed. Berkeley. 432 pp.

- NSF. (2004). *Science and Engineering Indicators - 2004. Report volume 2*: National Science Foundation. 454 pp.
- NSF. (2006). *Science and Engineering Indicators - 2006. Report volume 2*: National Science Foundation. 571 pp.
- NSF. (2008). *Science and Engineering Indicators - 2008. Report volume 2*: National Science Foundation. 576 pp.
- OCDE. (2003). *Aptitudes básicas para el mundo del mañana. Resultados del Proyecto PISA 2003*: Instituto de Estadística de la UNESCO. 426 pp.
- OECD. (2000). *Education at a Glance: OECD Indicators, 2000. Report*. 426 pp.
- OECD. (2003). *Education at a Glance 2003. Report*. . 454 pp.
- OECD. (2006a). *Education at a Glance 2006. Report*. 449 pp.
- OECD. (2006b). *OECD.Stat Web Browser*. Recuperado el Jun, 11, 2007 de <http://stats.oecd.org/wbos/Default.aspx>.
- OECD. (2007). *OECD.Stat Web Browser*. Recuperado el Jul, 29, 2007 de <http://stats.oecd.org/wbos/Default.aspx>.
- Oncu, S., Delialioglu, O. y Brown, C. (2008). Critical Components for Technology Integration: How do Instructors Make Decisions? *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 27(1): 19-46.
- Ortiz, L. (2002). *El aprendizaje de las matemáticas, un problema social*. Recuperado el Oct, 16, 2007, de <http://www.comsoc.udg.mx/gaceta/>.
- Papanastasiou, E. C. y Angeli, C. (2008). Evaluating the Use of ICT in Education: Psychometric Properties of the Survey of Factors Affecting Teachers Teaching with Technology (SFA-T<sup>3</sup>). *Educational Technology & Society*, 11(1): 69-86.

- Polya, G. 2005. *Cómo plantear y resolver problemas*. Serie de Matemáticas, Trillas. 27th ed. México. 215 pp.
- Porter, M. y Schwab, K. (2008). *The Global Competitiveness Report 2008–2009*: World Economic Forum. Committed to improving the state of the world. 513 pp.
- Reyes-Tejada, Y. (2003). *Relación entre el rendimiento académico, la ansiedad ante los exámenes, los rasgos de personalidad, el autoconcepto y la asertividad en estudiantes del primer año de Psicología de la UNMSM*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Psicología. 173 pp.
- Rodríguez, J. y Leyva, M. (2007). La deserción escolar universitaria. La experiencia de la UAM. Entre el déficit de la oferta educativa superior y las dificultades de la retención escolar. *El cotidiano*, 22(142): 98-111.
- Rodríguez, M. (2000). *Las habilidades generales matemáticas*. México: Red Maestros de Maestros. Programa de apoyo a la Docencia. 12 pp.
- Rojas-Soriano, R. 1995. *Guía para realizar investigaciones sociales*. Plaza y Valdés Editores. 16a. ed. 437 pp.
- Sarfo, F. y Elen, J. (2007). Developing technical expertise in secondary technical schools: The effect of 4C/ID learning environments. *Learning Environments Research*, 10(3): 207-221.
- Schaffer, S. y Douglas, I. (2004). Integrating Knowledge, Performance, and Learning Objects. *The Quarterly Review of Distance Education*, 5(1): 11-19.
- Schraw, G. y Dennison, R. (2007). *Assessing Metacognitive Inventory*. Recuperado el Nov, 12, 2007 de <http://litd.psych.uic.edu/courses/qa/schraw.html>.
- SEP. (2004). *Programa Enciclomedia documento base*: Subsecretaría de Educación Básica y Normal. 14 pp.

- SEP. (2006). *Programa Enciclomedia, Libro Blanco*: Secretaría de Educación Pública. Report. 57 pp.
- SEP. (2008). *Evaluación Nacional de Logro Académico de Centros Escolares (Enlace)* Secretaría de Educación Pública, México. <http://enlace.sep.gob.mx/>. 12 pp.
- Shi, M. y Bichelmeyer, B. A. (2007). Teachers' experiences with computers: A comparative study. *Educational Technology & Society*, 10(2): 180-190.
- Shneiderman, B. y Plaisant, C. 2004. *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*. Addison Wesley. 4th ed. 672 pp.
- Siegel, S. y Castellan, J. 1988. *Nonparametric statistics for the behavioral sciences*. McGraw-Hill. 2nd ed. 399 pp.
- Silva, K. (2006). *En México enseñan a repetir, no a razonar las matemáticas*. *Vanguardia*, Recuperado el Ene, 16, 2007 de <http://srv2.vanguardia.com.mx/>.
- Sommer, B. y Sommer, R. 2001. *La investigación del Comportamiento: Una guía práctica con técnicas y herramientas*. Oxford University. Press, Inc. 400 pp.
- Stillwell, J. 2004. *Mathematics and its History*. Springer. 2nd ed. 568 pp.
- Szendrei, J. 1996. International Handbook of Mathematics Education. En. *Part 1, chapter Concrete materials in the classroom*. Kluwer Academic Publishers. 411-434p.
- Tamar, L. y Rivka, W. (2008). Teachers' Views on Factors Affecting Effective Integration of Information Technology in the Classroom: Developmental Scenery. *Journal of Technology and Teacher Education*, 16(2): 233-263.
- Tobón, S. 2006. *Formación basada en competencias: pensamiento complejo, diseño curricular y didáctica* ECOE Ediciones. 2da. ed. Bogotá. 310 pp.

- UAM. (2002-2007). *Anuarios Estadísticos de 2002-2007*: Universidad Autónoma Metropolitana. Departamento de Admisión. Coordinación General de Información Institucional, Dirección de Planeación. 325 pp.
- Ursúa-Moctezuma, A. y Andrade-Aréchiga, M. (2008). *Usabilidad de la Plataforma Interactiva de Aprendizaje para el Cálculo*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Colima. 124 pp.
- Van Laerhoven, H., Van der Zaag-Loonen, H. J. y Derkx, B. H. (2004). A comparison of Likert scale and visual analogue scales as response options in children's questionnaires. *Acta Paediatr*, 93(6): 830-835.
- VanLehn, K. (1988). *Student Modelling*. Hillsdale, N.J. Lawrence Erlbaum Associates: M. Polson. Foundations of Intelligent Tutoring systems. 55-78 pp.
- Wang, T. (2007). *Implications of Teachers' Use of Information and Communication Technologies and Curriculum Design in Architectural Education Learning Environments*. Artículo presentado en World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2007. 565-572p.
- Yueh, H.-P. y Hsu, S. (2008). Designing a Learning Management System to Support Instruction. *Communications of the ACM*, 51(4): 59-63.
- Zuñiga, L. (2007). El Cálculo en carreras de ingeniería: un estudio cognitivo. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa* 10(01): 145-175.

# Apéndices

## Apéndice A

---

# CUESTIONARIO: VALORACIÓN ESTRATÉGICA DE ACTIVIDADES DOCENTES

---



El presente instrumento está dirigido a docentes de cursos de Matemáticas del Nivel Superior. Se ha preparado con el objetivo de conocer su opinión de algunos aspectos del proceso enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas. La información obtenida, se utilizará para el diseño y elaboración de material didáctico que sirva de apoyo a la práctica docente.

Se consideran en promedio de 15 a 20 minutos para completar la encuesta. Se le agradece de antemano su participación en este estudio.

- **Datos generales.**

Nombre(s) de la(s) materia(s) que impartió en el último año:

Nombre del profesor(a) (opcional):

Edad:

Género:

Grado máximo de estudios:

Dirección de correo (opcional):

Estado en que se ubica la Institución donde imparte el (los) curso(s):

Institución:

Tipo de contratación:

La mayoría de los cursos que usted imparte, se dan en la etapa:

básica

intermedia

avanzada

Carrera(s):

Facultad(es) o Escuela(s):

Universidad(es):

Número de horas de clase que imparte a la semana:

Número de horas por semana que le dedica a la preparación de material por curso:

Promedio aproximado de calificaciones que obtuvieron sus alumnos en el(los) curso(s) que impartió en el último año:

Número promedio de estudiantes del(los) grupo(s):

- **Inicio de la encuesta**

De acuerdo a su experiencia como profesor de matemáticas en el Nivel Superior, seleccione la opción que usted estime adecuada, considerando que:

**1: Totalmente de acuerdo    2: De acuerdo    3: Neutral    4: En desacuerdo    5: Totalmente en desacuerdo**

*En general, en los cursos de matemáticas del nivel superior, se fomenta:*

La importancia de la enseñanza  1  2  3  4  5

La importancia del aprendizaje  1  2  3  4  5

El énfasis al conocimiento técnico  1  2  3  4  5

El desarrollo de aptitudes matemáticas  1  2  3  4  5

- El énfasis en que los estudiantes disfruten al aprender matemáticas  1  2  3  4  5
- El que los estudiantes desarrollen un verdadero interés por las matemáticas  1  2  3  4  5

**1: Totalmente de acuerdo    2: De acuerdo    3: Neutral    4: En desacuerdo    5: Totalmente en desacuerdo**

*En su opinión:*

- Los estudiantes consideran a las matemáticas como un área que les permite explorar nuevas ideas  1  2  3  4  5
- Los estudiantes cuando aprenden matemáticas las perciben como conocimiento abstracto  1  2  3  4  5
- A los estudiantes se les dificulta aplicar los conceptos que se tratan en los cursos de matemáticas  1  2  3  4  5
- En los cursos de matemáticas, los estudiantes relacionan con facilidad los nuevos conceptos con los ya aprendidos  1  2  3  4  5
- Los estudiantes construyen conocimiento matemático a partir de conceptos aprendidos en sus cursos de matemáticos  1  2  3  4  5
- Los juegos en donde se aplican conceptos matemáticos ayudan a la comprensión de tales conceptos  1  2  3  4  5
- El empleo de las matemáticas recreativas fortalece el proceso de enseñanza-aprendizaje  1  2  3  4  5
- Los estudiantes se divierten tratando de resolver problemas matemáticos con actividades basadas en juegos o actividades recreativas  1  2  3  4  5

---

¿Conoce material en el que se emplean juegos o actividades recreativas como estrategia didáctica en la enseñanza?  Sí  No

---

**1: Totalmente de acuerdo    2: De acuerdo    3: Neutral    4: En desacuerdo    5: Totalmente en desacuerdo**

*Si impartiera su curso con herramientas didácticas basadas en juegos o actividades recreativas orientadas a las matemáticas, se fomentaría en el estudiante:*

La confianza en su capacidad para resolver problemas  1  2  3  4  5

El gusto por las matemáticas  1  2  3  4  5

El aprendizaje  1  2  3  4  5

Curiosidad para aprender por su cuenta  1  2  3  4  5

Capacidad para proponer otras estrategias  1  2  3  4  5

Competencia  1  2  3  4  5

El aplicar los conocimientos matemáticos adquiridos para resolver problemas  1  2  3  4  5

El aprendizaje de las matemáticas se verá fortalecido si se utilizan medios tecnológicos adecuados basados en computadora  1  2  3  4  5

**1: Excelente      2: Bien      3: Regular      4: Mal      5: Pésimo**

*En general, usted cómo considera la formación que los estudiantes tienen al inicio de sus cursos en cuanto a:*

Capacidad para hacer cálculos aritméticos básicos sin utilizar calculadora:  1  2  3  4  5

Operaciones con fracciones:  1  2  3  4  5

Operaciones algebraicas (incluyendo simplificación, potenciación, radicalización, racionalización, etc.):  1  2  3  4  5

Desarrollo de productos notables y factorización de expresiones algebraicas:  1  2  3  4  5

Geometría básica y Trigonometría:  1  2  3  4  5

Geometría Analítica a nivel preparatoria:  1  2  3  4  5

El sistema de los Números Reales (los racionales e irracionales, valor absoluto, continuidad de la recta, etc.):  1  2  3  4  5

Funciones y sus gráficas (incluyendo conceptos como asíntotas, continuidad, funciones inversas y compuestas, etc.):  1  2  3  4  5

Conocimiento de las propiedades específicas de las funciones trigonométricas, exponencial y logarítmica:  1  2  3  4  5

Manejo y aplicación de fórmulas para derivar e integrar:  1  2  3  4  5

Interpretación geométrica de la derivada y de la integral:  1  2  3  4  5

Capacidad para interpretar los enunciados de planteamientos matemáticos:  1  2  3  4  5

Aplicación de los conocimientos matemáticos en un contexto práctico:  1  2  3  4  5

Capacidad de plantear estrategias para resolver problemas:  1  2  3  4  5

Señale la disponibilidad de equipo y material para impartir su clase

Computadora  Sí  No

Acceso a red  Sí  No

Proyector multimedia  Sí  No

Otros

Elija el o los medios tecnológicos que estaría interesado en emplear como apoyo didáctico:

CD-ROM interactivo

Páginas Web con materiales multimedia

Páginas Web con programas ejecutables en tiempo real

Sitios web especializados

Foros de discusión

Mensajería instantánea (MSN, Yahoo, etc.)

Correo electrónico

Simulaciones

Animaciones

Segmentos audiovisuales

Realidad Virtual

Programas interactivos

Laboratorios Virtuales

Otros:



---

**1: Totalmente de acuerdo      2: De acuerdo      3: Neutral      4: En desacuerdo      5: Totalmente en desacuerdo**

*Le gustaría disponer de :*

un ambiente de aprendizaje en línea para impartir clases:  1  2  3  4  5

un entorno en línea para asesoría:  1  2  3  4  5

un entorno de aprendizaje en línea para preparar material:  1  2  3  4  5

materiales en CD para trabajo independiente para impartir clases  1  2  3  4  5

materiales en CD para trabajo independiente para recibir asesoría:  1  2  3  4  5

materiales en CD para trabajo independiente para preparar material  1  2  3  4  5

---

Los índices de deserción en las ciencias, las ingenierías y en general las disciplinas que tienen un fuerte componente matemático son altos, ¿qué tanto está Usted de acuerdo en que ello está ligado a los problemas que enfrentan los estudiantes en los cursos de matemáticas?  1  2  3  4  5

### COMENTARIOS

Se presentan enseguida los comentarios que hicieron los profesores en el instrumento en línea.

---

- *La deserción se da debido a que no se hacen lo suficientemente atractiva su estudio y se le da un sentido tangible a su empleo en el quehacer cotidiano.*
- *En mi opinión, para los cursos de física y matemáticas es suficiente contar con papel, lápiz y un pizarrón donde escribir para impartir una clase, el uso de otras herramientas en el aprendizaje solo hace a los alumnos atenerse a ellos y esto trae como consecuencia que salgan mal.*
- *Espero haber colaborado con la información. En la materia de Simulación de Sistemas tiene una aplicación ha soluciones de problemas heurísticamente donde las matemáticas juega una parte importante.*
- *La reprobación del alumno va más allá que englobarlo en la simple tecnología. Los alumnos vienen mal preparados y nuestro examen de la UABC no es de selección ya que se admite a un número de alumnos sin importar su calificación y sin hacer un análisis detallado de sus antecedentes y habilidades.*
- *Los problemas en aprendizaje de matemáticas se deben principalmente a la incompetencia de los maestros de primarias/secundarias/preparatorias; la influencia de los métodos de enseñanza utilizados en las universidades es relativamente baja.*
- *En mi opinión muy personal me gustaría comentar que los índices de deserción no son necesariamente atribuidos al manejo de las matemática, existen otros factores completamente diferentes. Uno de ellos es que no tienen una orientación vocacional adecuada.*
- *Que bueno que se preocupan por el desarrollo de estrategias que faciliten el proceso enseñanza-aprendizaje de las matemáticas*
- *Me gustaría me realimentaran con los resultados de las encuestas. Gracias.*
- *Hay que entrar al proceso de innovación con prudencia y paso sostenido. Saludos.*
- *La preparación de los estudiantes que entran a la universidad es deficiente y de ello es copartícipe el estado con sus inadecuadas políticas de enseñanza y las escuelas que han comercializado la enseñanza, donde es preferible aprobar al alumno, antes que se manejen números que van en contra del logro de apoyos.*
- *Espero que los resultados apunten al desarrollo de materiales que permitan cambiar la idea de lo que se tiene con respecto a las matemáticas. Suerte!!!*
- *Me parece muy bien la preocupación por este tipo de problemas... ojalá se pueda hacer algo que realmente ayude a esta situación que se vive en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas.*
- *La línea de la encuesta esta muy de acuerdo con lo que pienso y lo que debemos probar para mejorar el interés por el conocimiento científico, la capacidad para pensar y resolver problemas con base en el conocimiento. Creo que las habilidades y motivaciones pueden lograrse con este tipo de desarrollos.*
- *El uso de nuevas tecnologías en el proceso enseñanza aprendizaje, ayudan a una educación práctica y por lo tanto felicidades!, adelante.*
- *Es una encuesta interesante. Ojalá sirva para diseñar material didáctico efectivo.*

- *Me gustaría que se abordara el enfoque de enseñanza de las matemáticas con actividades grupales, así como también las matemáticas recreativas.*
- *Considero que independientemente de los medios para aprender matemáticas los alumnos deben estar comprometidos a buscar sus propias formas de aprendizaje con ayuda de los profesores, de sus compañeros, de sus libros de texto y de su entorno.*
- *No estoy familiarizada con el lenguaje técnico que se emplea en cuanto a accesorios de computación, por lo tanto mis respuestas no son muy reales en la penúltima pregunta.*
- *Creo que si es importante darle un carácter más lúdico a la impartición de cursos de matemáticas, aún a nivel superior; me gustaría saber cómo hacerlo.*
- *Desgraciadamente desde chicos les infunden miedo a las matemáticas, se les explican de manera tan rebuscada que los alumnos se crean un sentimiento de rechazo hacia ellas.*
- *Propongo que, en los materiales que se propongan, el alumno tenga una mayor participación en todos los sentidos, sobre todo que pueda él también proponer sus propios problemas por resolver y no como en muchos casos que conozco en los que sólo se les pide la elección de algo que ni sentido tiene para ellos.*
- *Yo no podría utilizar este tipo de recursos ya que no cuento con una computadora portátil para impartir mi clase y se me dificultaría mucho su utilización. Sin embargo no dejo de reconocer que sería una herramienta excelente.*
- *Yo sigo creyendo firmemente que a los alumnos se les puede inculcar el amor por las matemáticas, pero desde una etapa digamos desde su educación primaria, secundaria y bachillerato ya que en los niveles superiores ya es difícil lograr esto porque los estudiante ya vienen maleados.*
- *La modalidad del bachillerato que estudian los aspirantes de nuevo ingreso tiene serias repercusiones para su buen desempeño en licenciaturas relacionadas con las ciencias sociales. normalmente los estudiantes perciben como materias de relleno a los cursos de matemáticas y es el primer problema con el que nos enfrentamos los profesores. Agregado a esto contenidos que no tienen real aplicación en su vida personal ni profesional.*
- *Las dificultades de la abstracción son solamente un aspecto de las causas de deserción, en realidad, hay motivos adicionales.*
- *El problema en el proceso enseñanza-aprendizaje de las matemáticas es complejo. Hay muchos factores que influyen para que esta disciplina no pueda ser bien enseñada, ni bien aprendida. Los programas analíticos de los cursos de matemáticas normalmente es completamente vertical y los profesores se ajustan a lo algorítmico por el tiempo tan limitado.*
- *Excelente idea, actualmente curso una Maestría en Educación y mi tesis es en base a los recursos y técnicas didácticas que faciliten el aprendizaje significativo de las Matemáticas en Educación Superior, así que cualquier información que pudieran proporcionarme sería de gran ayuda.*
- *Me gustaría tener acceso a materiales que fomenten, además del interés del alumno en el aprendizaje, el grado de retención de conocimientos, así como la capacidad de enlazar conocimientos anteriores con conocimientos nuevos y utilizarlos para la resolución de problemas*

y pensamiento reflexivo y crítico.

- *Muy interesante la encuesta, me parece que los principales problemas de los alumnos en el área de matemáticas en México vienen desde primaria, pero se pierden aún más en secundaria, ahí creó que se debe de hacer un buen trabajo con los profesores que imparten tales cursos.*
- *Me sorprendió que en la lista de estados no se incorpore al Distrito Federal. Se pudo utilizar en la encuesta: entidad federativa e incluirlo. El problema en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas es grave en nuestro país. Deseo el mejor de los éxitos en su propuesta.*
- *Todo material que nos permita realizar de forma excelente nuestra labor docente será bienvenido.*
- *El juego no puede sustituir la lectura.*
- *Los felicito por está actividad de promover la mejora del proceso enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. ¿no existe cierta curiosidad de la encuesta hacia lo lúdico?, la formalidad y la arquitectura de las ideas es básico también.*
- *En general la enseñanza a nivel superior no se orienta a la búsqueda de temas interactivos de enseñanza, solo se vuelve técnica y deficiente, los apoyos didácticos, son la base para no evadir las matemáticas, o dejar la responsabilidad de los estudiantes y profesores hacia el razonamiento.*
- *Puede haber buenas ideas por parte del docente pero hace falta tiempo y apoyo económico.*
- **FALTA FOMENTAR, UN CAMBIO DE ACTITUD EN LOS MUCHACHOS, RESPONSABILIDAD Y ROMPER CON PARADIGMAS QUE LOS TRAEN MUY ARRAIGADOS. SALUDOS**
- *Yo pienso que el problema de la falta de interés en las matemáticas y en la ciencia en general no es causado por falta de material didáctico, sino por una especie de vacunación masiva, que se aplica a los niños de primaria y secundaria, con la pésima calidad educativa que se viene arrastrando.*
- *También soy profesora de materias de Física y un problema recurrente es que los alumnos NO SABEN matemáticas al llegar a mis cursos de Física. Así es muy difícil tratar de enseñar una nueva materia si carecen completamente de las herramientas para entender los procesos matemáticos.*
- *Hacen falta diplomados en la didáctica de las matemáticas en todas las unidades, desde lo básico a lo complejo de las matemáticas, en la cual incluya el material que ustedes presentan en el cuestionario por lo que sería muy interesante, con el fin de mejorar nuestra propia didáctica y que esto contribuya a la mejora con los estudiantes.*
- *Felicitaciones por esta encuesta, un servidor esta totalmente de acuerdo, que si enseñamos matemáticas a través de actividades de juegos y donde los alumnos vean su aplicación en tiempo real y se cuente con mejor material didáctico de enseñanza se pueden lograr la motivación, el interés y mejorar muchos aspectos del aprendizaje.*

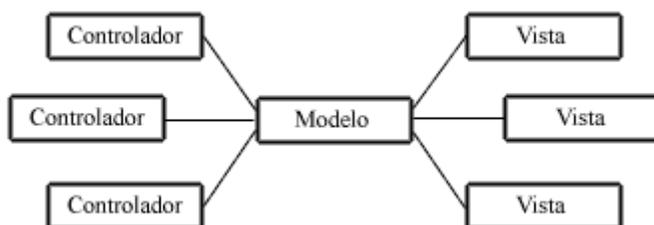
## Apéndice B

---

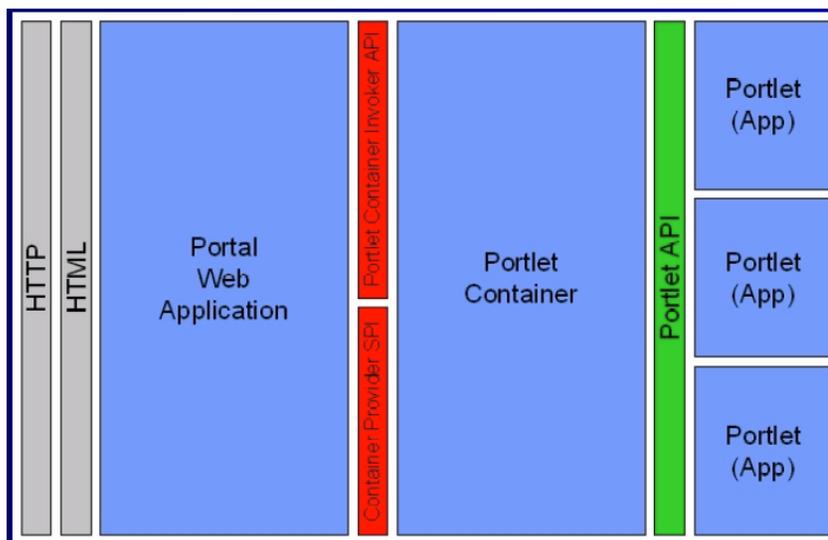
### JETSPEED Y LA ESTRUCTURA DE LA PLATAFORMA PIAC

---

La plataforma de Jetspeed no es una plataforma convencional, ya que está basada en la arquitectura MVC (Model View Controller), lo que significa que separa todo en tres capas una que contiene todo el código (lógica de control), otra que contiene la presentación (interfaz) de la información y una tercera que se encarga de enlazar a las otras dos para de esta manera hacer más fácil y eficiente el funcionamiento de la plataforma. Una de las ventajas de esta arquitectura es que cada una de las capas es tratada por separado lo que hace más fácil la programación



Jetspeed es un marco de trabajo orientado a portales de código abierto que utiliza Java y XML. Provee de capacidades básicas como seguridad, configuración, ubicación y personalización de tal forma que el desarrollador solo tiene que preocuparse por las aplicaciones que se desean construir. Para lograr todo esto Jetspeed utiliza una tecnología llamada **portlets**.



El rol principal del marco del portal es agregar el contenido dinámico producido por los portlets y organizarlo en una distribución específica. Tiene el control sobre la forma en que el contenido es mostrado en el portal y provee la representación final de la página del portal en el cliente web.

Un portlet es una ventana dinámica que se incrusta dentro de una página del portal para ejecutar cierta funcionalidad.

Una página del portal puede estar compuesta por uno o más portlets.

Los portlets son definibles para ser utilizados por distintos perfiles de usuarios, esto es, los usuarios pueden definir qué portlets quieren tener en sus páginas, su posición, el tipo de layout, el idioma entre otras características.

Es posible definir portlets que los usuarios no puedan eliminar de sus páginas. Los portlets no tienen interacción directa con los clientes web. En su lugar los clientes web interactúan con el portal a través de un mecanismo de solicitud / entrega aplicado por el contenedor del portlet el cual también maneja el ciclo de vida del portlet.

La disposición en Jetspeed es especificada usando el Portlet Structure Markup Language (PSML) el cual se escribe en XML. Estos archivos son usados para especificar diferentes disposiciones para diferentes usuarios, grupos y roles a los cuales el portal da soporte. Los archivos PSML estáticos son cargados en una base de datos en el momento del arranque (despliegue) del portal (*el Jetspeed Customizer manipula la estructura PSML en la base de datos*).

Jetspeed Customizer. Cuando los usuarios del portal desean manipular la disposición de sus portlets dentro del portal, hacen uso de esta herramienta. Jetspeed Customizer provee al usuario la capacidad de:

- Añadir, borrar y mover portlets en una sección en particular.
- Aplicar diferentes layouts a cada sección.
- Renombrar una sección.
- Añadir, borrar y mover secciones.

Para mostrar la información Jetspeed hace uso de templates como Velocity y Java Server Page (JSP), estos templates (plantillas) permiten a Jetspeed introducir datos dinámicos dentro de las interfaces de los portlets.

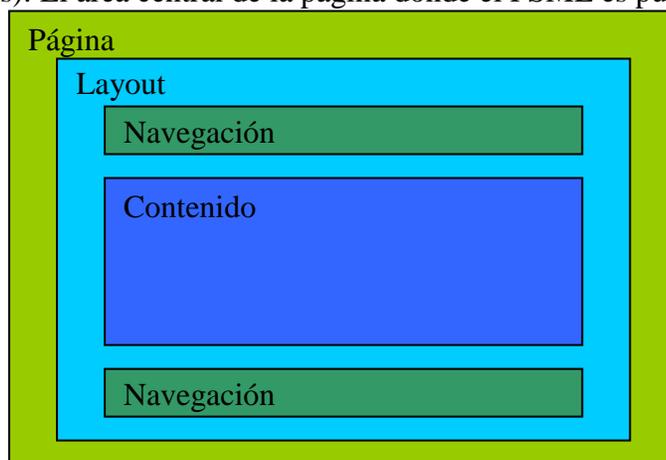
### Cómo trabaja el portal

JetSpeed trabaja con Turbine un framework de aplicación web ya que es un framework del tipo MVC. Turbine introduce el concepto de módulos.

**Layouts:** Controla las capas (layouts) de la página web entera.

**Navigations:** Las áreas superior (Top), izquierda (Left), abajo (bottom).

**Screens (Templates):** El área central de la página donde el PSML es puesto.



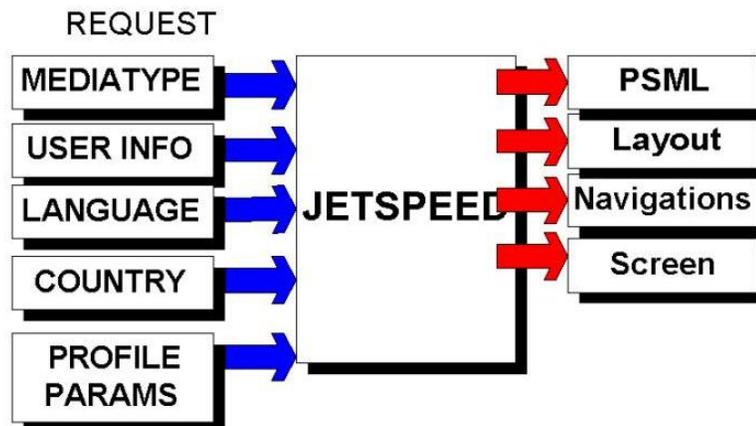
Cada módulo es definido como un template.

Cuando configuramos un nuevo sitio es necesario editar los layouts, la navegación y los módulos que vienen con la instalación de Jetspeed. La instalación original de Jetspeed usa los templates de velocity para su funcionamiento. Estos templates son encontrados bajo el directorio de /WEB-INF/templates en el directorio raíz de la aplicación web.

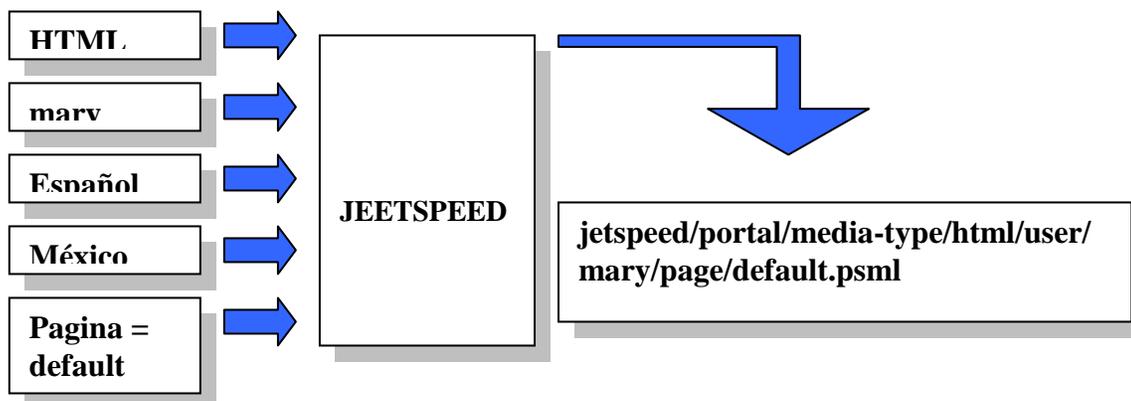
Cuando una petición es recibida por el portal, el buscador de perfiles traza la búsqueda de la petición hacia los recursos como templates o PSML basándose en los parámetros de la solicitud y la información del usuario. Cuando la información de un usuario no está disponible el buscador proporciona un PSML con contenido para usuarios anónimos. El buscador de perfiles hace uso de un algoritmo de respuesta para encontrar el template o PSML deseado. Este algoritmo de respuesta primero busca por el recurso más específico en

caso contrario usa el recurso menos específico. Los criterios que usa para la localización de los recursos son los siguientes: país, idioma, tipo de recurso (media type) y tipo de usuario.

Los recursos están definidos en el registro de tipo de recursos. Normalmente Jetspeed tiene tres entradas en el registro para este criterio: HTML, WML, VXML.



Ejemplo de búsqueda con todos los parámetros disponibles.



### Estructura del sitio PIAC

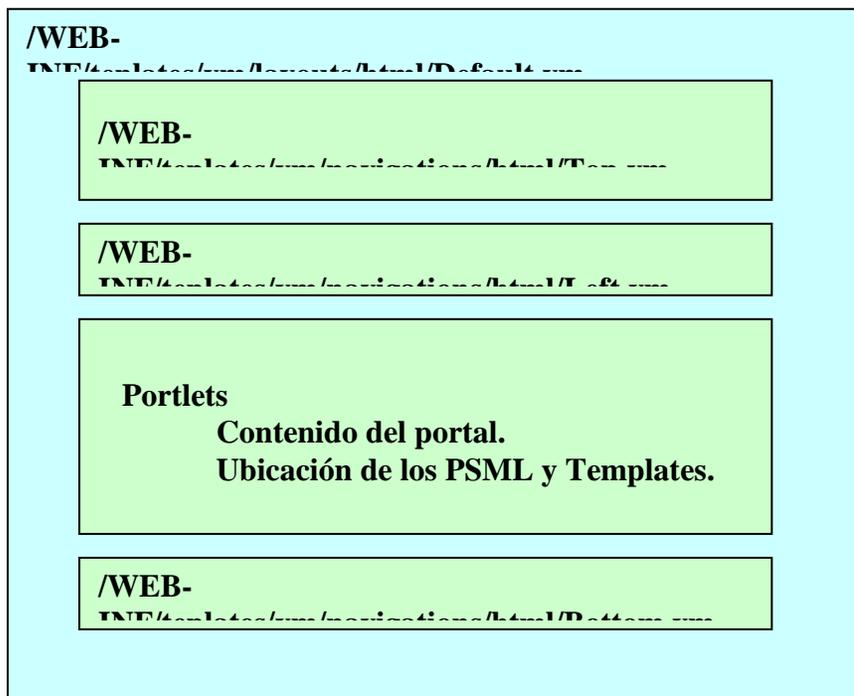
La estructura del portal está distribuida de la siguiente manera. Existe un layout principal llamado default.vm, el cual define la presentación final de la información dentro del portal. Como se puede observar divide el layout en capas.

**Top.vm.** Este layout muestra solo el logo del sitio.

**Left.vm.** Left.vm originalmente estaba dispuesta al lado izquierdo de la página pero para efectos de navegación se optó por que fuera movida enseguida de top.vm, ya que esta capa es la que permite al usuario ingresar al portal y navegar en el.

**Bottom.vm.** Por último tenemos al pie de página.

Para mostrar la información jetspeed hace uso de *\$screen\_placeholder* una variable del sistema definida en sus archivos de configuración, la cual busca el recurso específico para el tipo de usuario que acceda al portal. Por ejemplo para el usuario anónimo, el recurso será */WEB-INF/PSML/user/anon/html/es/default.psml* y para el usuario mary que ya está registrado será */WEB-INF/PSML/user/mary/html/default.psml*.



Que hay dentro de un PSML?

Un PSML como ya se explicó antes proporciona la disposición de los portlets dentro del cuerpo del portal. Para el caso del usuario mary la estructura del PSML es la siguiente:

```
<?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1"?>
<portlets id="100">
  <metainfo>
    <title>Plataforma Interactiva para el Aprendizaje del Calculo: P I A C</title>
  </metainfo>
  <security-ref parent="admin_and_owner_only"/>
  <controller name="CardPortletController">
    <property name="parameter" value="pane"/>
  </controller>
  <entry id="112" parent="LoggedInWelcome"/>
</portlets>
```

Lo más sobresaliente del código son tres partes.

- 1.- `<security-ref parent="admin_and_owner_only"/>`. Proporciona información de seguridad acerca de quien puede acceder a este recurso. En este caso se puede ver que solo el administrador y el propietario (mary) tienen permiso para ver y usar este recurso.
- 2.- `<controller name="CardPortletController">`. Indica que el contenido estará encapsulado en un controlador del tipo `CardPortletController`.
- 3.- `<entry id="112" parent="LoggedInWelcome"/>`. Dice que el recurso estará contenido dentro del controlador por lo tanto el recurso que será mostrado al usuario al momento de acceder al portal.

Por el momento todo va bien, pero ¿cómo sabe el portal dónde encontrar esta página? Jetspeed en su estructura incluye una parte donde se deben registrar los recursos a los que jetspeed tendrá acceso o mejor dicho un lugar donde le informaremos a Jetspeed de la existencia de dicho recurso.

El archivo `/WEB-INF/conf/local-portlets.xreg` es el encargado de llevar el registro de los recursos a los que tendrán acceso los usuarios.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<registry>
  <portlet-entry name="LoggedInWelcome" hidden="false" type="ref"
parent="HTML" application="false">
    <security-ref parent="user-view_admin-all"/>
    <meta-info>
      <title>Welcome to Logged in user</title>
      <description>Example of a portlet with not Titlebar</description>
    </meta-info>
    <classname>org.apache.jetspeed.portal.portlets.FileServerPortlet</classname>
    <parameter name="_showtitlebar" value="false" hidden="false"
cachedOnName="true" cachedOnValue="true"/>
    <url cachedOnURL="true">/LoggedInWelcome.html</url>
    <category group="Jetspeed">demo</category>
    <category group="Jetspeed">html.demo</category>
  </portlet-entry>
</registry>
```

Como se puede observar el portlet lleva un nombre de entrada que será el nombre con el que podrá ser llamado desde los PSML, también se agrega nuevamente el tipo de restricción de acceso el cual indica que el usuario solo podrá ver el recurso y que el administrador tendrá control total del recurso, por último se agrega la ruta donde se aloja el recurso. Esta ruta comienza en el directorio raíz de la aplicación.

Una nueva pregunta puede surgir de todo esto, si los portlets que serán mostrados están descritos en `default.psml`, ¿Por qué podemos ver las demás páginas, si solo `LoggedInWelcome` está especificado? La respuesta a esta pregunta es sencilla, las demás

paginas aunque no están especificadas en default.psmml, si están registradas y son añadidas a default.psmml al tiempo en que son accedidas.

Estas otras páginas no se encuentran en el directorio raíz de la aplicación, sino en el directorio /WEB-INF/templates/vm/screens/html.

Para acceder a estos recursos jetspeed en conjunto con velocity proporcionan mas variables de sistema, por ejemplo para agregar un enlace para un template al psml se escribe el siguiente enlace:

```
<a href="$jslink.setTemplate("derivada")">Derivada</a>
```

El cual guía al usuario al recuso derivada.vm contenido en el directorio de screens.

## Apéndice C

---

# DOCUMENTACIÓN DE LA BASE DE DATOS PARA LA REESTRUCTURACIÓN DE LA PLATAFORMA PIAC

---

En la instalación de JetSpeed se hicieron las siguientes modificaciones:

Dentro del directorio raíz se presenta el siguiente árbol de archivos y directorios:

**about\**: Dentro de este directorio no se realizó ningún cambio.

**apidocs\**: Dentro de este directorio no se realizó ningún cambio.

**clase\**: Este directorio se creó para agregar las clases propias que se generaron para los nuevos requerimientos del sitio.

**CabriJava.class, CabriJava.jar, Cicloide.fig, Cicloide\_gen.fig**: Archivos necesarios para los applets de la Cicloide y Braquistocrona.

**funcion.ggb, geogebra.jar**: Archivos necesarios para el applet de la calculadora científica.

**css\**: Este directorio contiene las hojas de estilo que se necesitan para dar una buena apariencia a el sitio de JetSpeed.

**cientifica.css**: Hoja de estilo que se usó para la apariencia de las calculadoras científica y graficadora.

**default.css**: Este archivo se modificó para cambiar la apariencia del contenido del sitio en general. Se agregaron clases para el cuerpo de la página, tablas, div, encabezado y pie de página.

**skins.css**: No se le hicieron modificaciones.

**docs\**: Dentro de este directorio no se realizó ningún cambio.

**examples\**: Dentro de este directorio no se realizó ningún cambio.

**images\**: Este directorio contiene todas las imágenes que se usan en el sitio. Se agregaron nuevas imágenes para el encabezado y pie de página.

**designer\**: Dentro de este directorio no se realizó ningún cambio.

**email\**: Dentro de este directorio no se realizó ningún cambio.

**html\**: Dentro de este directorio no se realizó ningún cambio.

**piac\**: Este directorio se agregó para hacer un apartado entre las imágenes del sitio en general y las imágenes que se necesitaron en las unidades (cada una de las unidades representada por un directorio en particular).

**uno\**: Directorio que contiene subdirectorios correspondientes a los temas de la unidad uno.

**uno\**: Directorio que contiene las imágenes utilizadas en la unidad uno, tema uno.

\*

\*

\*

\*

**topics\**: Dentro de este directorio no se realizó ningún cambio.

**wml\**: Dentro de este directorio no se realizó ningún cambio.

**javascript\**: En este directorio se crearon dos nuevos archivos:

**cientifica.js**: Archivo que contiene los script's necesarios para que la calculadora científica funcione.

**funciones.js**: Archivo que contiene los script's que son usados en los distintos pop-up's que contienen los ejercicios a realizar en las distintas unidades.

**jcm\**: Dentro de este directorio no se realizó ningún cambio.

**logs\**: Dentro de este directorio no se realizó ningún cambio.

**META-INF\**: Dentro de este directorio no se realizó ningún cambio.

**ocs\**: Dentro de este directorio no se realizó ningún cambio.

**rss\**: Dentro de este directorio no se realizó ningún cambio.

**search\**: Dentro de este directorio no se realizó ningún cambio.

**WEB-INF\**: Este directorio contiene los archivos de configuración y contenido del sitio.

**cache\**: Dentro de este directorio no se realizó ningún cambio.

**classes\**: Dentro de este directorio no se realizó ningún cambio.

**conf\**: Directorio de que contiene los archivos de configuración necesarios para el correcto funcionamiento de JetSpeed.

**assembly\**: Dentro de este directorio no se realizó ningún cambio.

**forwards\**: Dentro de este directorio no se realizó ningún cambio.

**pipelines\**: Dentro de este directorio no se realizó ningún cambio.

**JetspeedResources.properties**: Archivo principal de configuración de JetSpeed, de el dependen otros archivos de configuración mas.

En este archivo se hicieron las siguientes modificaciones:

Para el registro de usuarios era necesario agregar una restricción mas, que el usuario no se diera de alta automáticamente, si no que sea el mismo administrador el que acepte o niegue la entrada al nuevo usuario.

**# Manual approval of a new user by Jetspeed Administrator**

```
newuser.approval.enable=false           por
newuser.approval.enable=true
```

La imagen de encabezado que viene con la instalación de JetSpeed fue cambiada por una animación.

```
# Navigation Bar customization
topnav.logo.file=images/jetspeed-logo-1.5.gif           por topnav.logo.file=images/top.swf
```

En la nueva apariencia del portal, no existe barra de navegación a la izquierda como la maneja JetSpeed, así que se puso entre comentarios el espacio que ésta ocupaba a lo ancho de la página.

```
# Left Navigation bar
leftnav.width=10%           por
#leftnav.width=10%
```

**local-portlets.xreg:** Archivo en el cual se registran las páginas que son usadas en el sitio. Solo son registradas las páginas que no forman parte de JetSpeed, pero que son necesarias para las aplicaciones.

Para registrar una página (portlet) es necesario hacer lo siguiente: especificar el nombre del portlet, quien tiene acceso y el, que clase será la encargada de manejarlo y otros parámetros extras.

```
<portlet-entry name="funcion" hidden="false" type="ref" parent="HTML"
application="false">
  <security-ref parent="user-view_admin-all"/>
  <meta-info>
    <title>Unidad 1 concepto funcion</title>
  </meta-info>
  <classname>
    org.apache.jetspeed.portal.portlets.FileServerPortlet
  </classname>
  <parameter name="_showtitlebar" value="false" hidden="false"
cachedOnName="true" cachedOnValue="true"/>
  <media-type ref="html"/>
  <url cachedOnURL="true"/>
</portlet-entry>
```

**db\:** Dentro de este directorio no se realizó ningún cambio.

**deploy\:** Dentro de este directorio no se realizó ningún cambio.

**lib\:** Dentro de este directorio no se realizó ningún cambio.

**log\:** Dentro de este directorio no se realizó ningún cambio.

**psml\:** Directorio que contiene los archivos por los cuales se da el acomodo de los portlets en el sitio. Existen dos tipos de formatos de presentación, html y wml, dentro de cada formato se encuentra un archivo llamado “*default.psm*” que es el que se ejecuta cuando hay que presentar los portlets al usuario.

**group\:** Directorio que contiene los archivos para el acomodo de los portlets por grupo.

**apache\**:  
**Jetspeed\**:

**role\**: Directorio que contiene los archivos para el acomodo de los portlets por role de usuario.

**test\**:

**user\**: Directorio que almacena los archivos para el acomodo de los portlets por usuario.

**admin\**: Directorio que contiene los archivos de presentación para los portlets que solo el administrador puede ver.

**anon\**: Directorio que contiene los archivos de presentación para los portlets que son visibles para los usuarios no registrados.

**turbine\**: Directorio que contiene los archivos de presentación para los portlets que son visibles para los usuarios registrados. Este directorio funciona como espejo para los nuevos usuarios, ya que el archivo “*default.psm1*” del usuario turbine es copiado al nuevo directorio del usuario que se dio de alta.

Estructura del archivo default.psm1 para los usuarios registrados, donde se especifica que solo es visible para el administrador y el propietario, que el titulo del portal es PIAC, el acomodo de los portlets, y los portlets que son visibles para esa cuenta. Cabe aclarar que como no se usa el estilo de menús que trae JetSpeed por default, solo se especifica la página de bienvenida y las demás son mostradas conforme son solicitadas:

```
<?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1"?>
<portlets id="100">
  <security-ref parent="admin_and_owner_only"/>
  <metainfo>
    <title>P I A C</title>
  </metainfo>

  <controller name="CardPortletController">
    <parameter name="parameter" value="pane"/>
  </controller>

  <entry id="112" parent="LoggedInWelcome"/>
</portlets>
```

**SearchIndex\**: Dentro de este directorio no se realizó ningún cambio.

**templates\**: Contiene los directorios que son usados para mostrar la información. En la presente instalación, existen dos directorios para la presentación de información JSP (Java Server Pages) y VM (Velocity)

**jsp\**: Dentro de este directorio no se realizó ningún cambio.

**vm\**: Scripts velocity para la presentación de portlets.

**controllers\**: Controladores que son usados por los archivos \*.psml para la presentación de la información. No se hicieron cambios.

**controls\**: Dentro de este directorio no se hicieron cambios.

**emails\**: Dentro de este directorio no se hicieron cambios.

**include\**: Dentro de este directorio no se hicieron cambios.

**layouts\**: Directorio donde se da el acabado final al acomodo de cada una de las partes que conforman el sitio (encabezado, barra de navegación, cuerpo de la página, pie de página). Para ello se tienen tres tipos de presentación.

**html\**: Directorio donde se almacenan los archivos para la presentación en web.

**default.vm**: archivo principal que fue modificado para acomodarlo a las necesidades del sitio.

**wml\**: Directorio donde se almacena el archivo para la presentación en formato wml.

**xml\**: Directorio donde se almacena el archivo para la presentación en formato xml.

**navigations\**:

**parameters\**:

**portlets\**:

**screens\**:

**tld\**:

**tmp\**:

**xsl\**:

**jboss-web.xml**:

**web.xml**:

**weblogic.xml**:

**wml\**: Dentro de este directorio no se realizó ningún cambio.

**xml\**: Dentro de este directorio no se realizó ningún cambio.

cientifica.html

extra.html

graficadora.html

index.jsp

loadDoc.jsp

LoggedInWelcome.html

Welcome.html

## Apéndice D

---

### MANUAL DE USUARIO DE LA PLATAFORMA INTERACTIVA DE APRENDIZAJE PARA EL CÁLCULO (PIAC)

---

PIAC es Sistema Gestor de Aprendizaje (Learning Management System) concebido como una plataforma educativa y su desarrollo está basado en la plataforma de *Jetspeed*, con arquitectura basada en componentes y bajo la licencia de Apache en Java y XML. Se creó con el propósito de que éste se utilice como apoyo a las clases de Cálculo y se puede utilizar con o sin el profesor.

Para la utilización de la plataforma se requiere una cuenta de usuario y contraseña, figura 1, esto con el propósito de mantener la seguridad de la plataforma, tanto para el acceso a los exámenes como a las distintas actividades que se pueden desarrollar en el sistema.

La plataforma cuenta con una clave de acceso libre que le permite al usuario utilizar la mayoría de las opciones, pero no genera un seguimiento de su avance académico. En caso de que el usuario necesite llevar un seguimiento puntual de su avance en las actividades de la plataforma, es necesario que se registre como usuario permanente de la misma, esto se puede realizar llenando el formulario que se activa con la opción “Crear nueva cuenta”, la solicitud es almacenada en espera de ser aceptada por el profesor o el administrador del sistema.



Figura 1. Pantalla de acceso al sistema.

Una vez que ha ingresado al sistema, aparece la pantalla de bienvenida, figura 2, en la cual se explica brevemente los fundamentos del Cálculo y el propósito de la plataforma.



## Bienvenido a PIAC

El Cálculo Diferencial se ocupa del estudio de las aplicaciones prácticas de razones de cambio. Se deriva de la antigua geometría griega y sus orígenes de manera formal se remontan hacia el año 1670 con las aportaciones de Newton y Leibniz.

En el siglo XVIII aumentó considerablemente el número de aplicaciones del cálculo, pero el uso impreciso de las cantidades infinitas e infinitesimales, así como la intuición geométrica, causaban todavía confusión y controversia sobre sus fundamentos. Ejemplo de ello, es lo relacionado con que las funciones diferenciables son continuas y que las funciones continuas son integrables, aunque los recíprocos son falsos. En el siglo XX, el análisis no convencional, legitimó el uso de los infinitesimales. La aparición de las computadoras ha incrementado sus aplicaciones.

El desarrollo y uso del cálculo ha tenido efectos muy importantes en casi todas las áreas de la vida moderna. Es base para casi todos los campos científicos, en especial, la física. Prácticamente todos los desarrollos técnicos modernos como técnicas de construcción, aviación, etc. hacen uso del cálculo. Muchas fórmulas algebraicas se usan hoy en día en balística, calefacción, refrigeración, medicina, por mencionar algunas.

El éxito del Cálculo ha sido extendido con el tiempo a las ecuaciones diferenciales, al cálculo de vectores, al cálculo de variaciones, al análisis complejo y a la topología algebraica y diferencial.

Figura 2. Pantalla de bienvenida.

En la parte superior de la pantalla, se puede apreciar el contenido de un curso de Cálculo Diferencial e Integral, los cuales son: Funciones, Límites y continuidad, Derivada e Integral. También hay una opción de “Matemáticos y citas” que contiene el material para reforzar la presentación histórica que se hace en cada módulo.

Al seleccionar cualquiera de los temas, por ejemplo “Funciones”, aparece la imagen mostrada en la Figura 3. En la parte izquierda de esta pantalla, aparecen las siguientes opciones: la competencia a desarrollar, la presentación histórica, antecedentes que se requieren para cada tema y el contenido instruccional.

Plataforma Interactiva de Aprendizaje para el Cálculo

Bienvenido Invitado especial

Principal Funciones Límites y continuidad Derivada Integral Matemáticos y citas Salir

**Funciones**

- Competencia
- Presentación Histórica
- Antecedentes
- Contenido instruccional
  - Concepto de Función
    - Planteamiento
    - Actividades
    - Objeto Auxiliar
    - Solución
  - Clasificación de Funciones
  - Algebra de funciones y Composición
  - Funciones inversas
  - Funciones especiales
- Ejercicios de Retroalimentación
- Evaluación
- Ejercicios Extraclase
- Participaciones
- Herramientas**
  - Calculadora Científica
  - Graficadora
  - Seguimiento académico

La palabra función expresa la idea de que el conocimiento de una información nos lleva a otra. Por ejemplo:

- 1). El *área* de un *círculo* es *función* de su *radio*.
- 2). La *estatura* de un niño es *función* de su *edad*.
- 3). El *volumen* de una *caja cúbica* es *función* de la *longitud* de uno de sus *lados*.

El Concepto de Función: Dominio e Imagen

**Regla o correspondencia.**

Matemáticamente, una función es una regla o correspondencia que relaciona dos conjuntos de forma tal que a cada elemento del primer conjunto le corresponde *uno y sólo un* elemento del segundo conjunto.

Diagram illustrating a function: A set of three 'x' elements (Domain) is mapped to a set of three '0' elements (Codomain) via red arrows, showing a one-to-one correspondence.

Figura 3. Acceso a un módulo, ejemplo del submenú “Planteamiento”.

En el contenido instruccional se despliegan los subtemas y para cada uno de estos subtemas se abordan 4 secciones: planteamiento, actividades, objeto auxiliar y solución. Como

ejemplo en la imagen de la figura 3 se muestra el planteamiento del subtema Concepto de función, del tema Funciones.

Como ejemplo de una actividad, se muestra en la figura 4 la que corresponde al tema de Funciones, subtema Álgebra de funciones y composición.

PIAC  
Plataforma Interactiva de Aprendizaje para el Cálculo

Bienvenido Invitado especial

Principal Funciones Límites y continuidad Derivada Integral Matemáticos y citas Salir

**Funciones**

- Competencia
- Presentación Histórica
- Antecedentes
- Contenido instruccional
  - Concepto de Función
  - Clasificación de Funciones
  - Algebra de funciones y Composición
    - Planteamiento
    - Actividades**
    - Objeto Auxiliar
    - Solución
  - Funciones inversas
  - Funciones especiales
- Ejercicios de Retroalimentación
- Evaluación
- Ejercicios Extraclase
- Participaciones

**Herramientas**

- Calculadora Científica
- Graficadora
- Seguimiento académico

Para las funciones  $f(x)$  y  $g(x)$  indicadas, define las nuevas funciones que se solicitan y determina el dominio de la función resultante:

a)  $(f+g)(x)$

b)  $\left(\frac{f}{g}\right)(x)$

c)  $(f \cdot g)(x)$

d)  $(g \circ f)(x)$

1)  $f(x) = \sqrt{x+2}$  y  $g(x) = x^2 - 1$

2)  $f(x) = \frac{1}{x-3}$  y  $g(x) = \frac{x}{x+1}$

3)  $f(x) = x^2 - 4$  y  $g(x) = 4x - 3$

Figura 4. Ejemplo de una subsección “Actividades”.

La solución a la actividad de la figura 4 se puede apreciar en la figura 5. En ella se detallan los diferentes procedimientos de solución correspondientes a lo que se plantea en la sección de actividades.

**Funciones**  
 Competencia  
 Presentación Histórica  
 Antecedentes  
 Contenido instruccional  
 Concepto de Función  
 Clasificación de Funciones  
 Álgebra de funciones y Composición  
 Planteamiento  
 Actividades  
 Objeto Auxiliar  
 Solución  
 Funciones inversas  
 Funciones especiales  
 Ejercicios de Retroalimentación  
 Evaluación  
 Ejercicios Extraclase  
 Participaciones  
**Herramientas**  
 Calculadora Científica  
 Graficadora  
 Seguimiento académico

**1.-**  $f(x) = \sqrt{x+2}$  y  $g(x) = x^2 - 1$

**a)**  $(f+g)(x) = \sqrt{x+2} + x^2 - 1$   
 $D_{f+g} = D_f \cap D_g = [-2, \infty) \cap (-\infty, \infty) = [-2, \infty)$

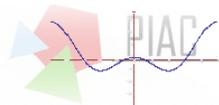
**b)**  $\left(\frac{f}{g}\right)(x) = \frac{\sqrt{x+2}}{x^2 - 1}; \quad x \neq \pm 1$   
 $D_{f/g} = (D_f \cap D_g) - \{\text{donde } g(x) = 0\} = [-2, \infty); x \neq \pm 1$

**c)**  $(f \circ g)(x) = \sqrt{(x^2 - 1) + 2} = \sqrt{x^2 + 1}$   
 $D_{f \circ g} = x \in D_g \text{ y } g(x) \in I_g \cap D_f$   
 $= (-\infty, \infty) \text{ y } \{(x^2 - 1) \in [-1, \infty) \cap [-2, \infty)\} = (-\infty, \infty) \text{ y } \{(x^2 - 1) \in [-1, \infty)\}$   
 $= (-\infty, \infty) \text{ y } \{-1 \leq x^2 - 1 < \infty\} = (-\infty, \infty) \text{ y } \{0 \leq x^2 < \infty\}$   
 $= (-\infty, \infty) \text{ y } \{-\infty \leq x < \infty\} = (-\infty, \infty)$

**d)**  $(g \circ f)(x) = (\sqrt{x+2})^2 - 1 = x + 2 - 1 = x + 1$   
 $D_{g \circ f} = x \in D_f \text{ y } f(x) \in I_f \cap D_g$

Figura 5. Ejemplo de una subsección “Solución”.

Cada uno de los temas es desarrollado ampliamente, incluyendo ejemplos, demostraciones y cuestionamientos que inducen al estudiante a la reflexión, maduración de algún concepto o la curiosidad por aprender más. Por lo que se diseñó para cada tópico, un objeto auxiliar (objeto de aprendizaje) para reafirmar tales contenidos. Un ejemplo se puede apreciar en el objeto de apoyo del tema “Derivadas” y contenido instruccional “Derivación de las funciones trascendentes”, en el cual se presenta un memorama con 9 niveles de dificultad, el cual se muestra en la figura 6.


 Plataforma Interactiva de Aprendizaje para el Cálculo

Bienvenido Mary Andrade

[Principal](#) | [Funciones](#) | [Límites y continuidad](#) | [Derivada](#) | [Integral](#) | [Matemáticos y citas](#) | [Salir](#)

---

**Derivada**

Competencia  
 Presentación Histórica  
 Antecedentes  
 Contenido instruccional
 

- Concepto de Derivada
- Teoremas sobre derivada
- Derivada de la composición de funciones
- Derivadas de orden superior
- Derivación implícita
- Derivación de las funciones trascendentes

 Planteamiento  
**Objeto Auxiliar**  
 Actividades  
 Solución

En el siguiente juego de memorama encontrarás funciones que deberás relacionar con sus derivadas. Puedes seleccionar desde el nivel cero al nueve, lo cual está relacionado con la rapidez con que se voltean las ecuaciones, siendo el cero el que más tiempo daría. Tu puntuación puede ser registrada para llevar un conteo de puntuaciones mas altas.

**Juego Memorama**

$\ln(\operatorname{sen} 2x)$	$xe^x + e^x$	<div style="background-color: #00b050; color: white; padding: 5px; text-align: center; margin-bottom: 5px;">Iniciar</div> <div style="background-color: #00b050; color: white; padding: 5px; text-align: center; margin-bottom: 5px;">Parar</div> <div style="text-align: center; margin-bottom: 5px;"> <b>Nivel</b>  <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; gap: 5px;"> <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">-</span> <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px 10px;">4</span> <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">+</span> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-bottom: 5px;"> <b>Tiempo</b>  <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; gap: 5px;"> <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">6</span> <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px 10px;">7</span> <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">8</span> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-bottom: 5px;"> <b>Intentos</b>  <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; gap: 5px;"> <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">1</span> <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px 10px;">8</span> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-bottom: 5px;"> <b>Encontrados</b>  <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; gap: 5px;"> <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">6</span> </div> </div> <div style="background-color: #00b050; color: white; padding: 5px; text-align: center; margin-bottom: 5px;">Cerrar</div>
		
$\frac{1}{x} \sec^2(\ln x)$	$e^{3x}$	
$\frac{2 \cos 2x}{\operatorname{sen} 2x} = 2 \cot 2x$		
	$\ln(x - x^3)$	
		
$3e^{2x}$	$\tan(\ln x)$	
$1 + \ln x$		
$x \ln x$		
$\frac{1 - 3x^2}{x - x^3}$	$xe^x$	

Figura 6. Ejemplo de un objeto auxiliar.

En este juego, el estudiante relaciona una función con su derivada y cada vez que las encuentra se marca en la parte derecha y se quedan las cartas abiertas. El juego es aleatorio y tiene un banco de 50 opciones, presentándole 20 al jugador cada vez que inicia un juego, por lo que todos los estudiantes simultáneamente pueden estar usándolo y será diferente

para cada uno de éstos. El propósito de aprendizaje es ejercitar la derivada de las funciones trascendentes y la memoria.

Entre otros objetos de aprendizaje, el estudiante puede apoyarse en algunos ejercicios interactivos para el logro del aprendizaje, como el que se muestra en la figura 7, desarrollado para el tema “Derivada”, subtema “Diferencial”.

Plataforma Interactiva de Aprendizaje para el Cálculo

Bienvenido Mary Andrade

Principal Funciones Límites y continuidad **Derivada** Integral Matemáticos y citas Salir

**Derivada**

- Competencia
- Presentación Histórica
- Antecedentes
- Contenido instruccional
  - Concepto de Derivada
  - Teoremas sobre derivada
  - Derivada de la composición de funciones
  - Derivadas de orden superior
  - Derivación implícita
  - Derivación de las funciones trascendentes
  - Derivación logarítmica
  - La diferencial
    - Planteamiento
    - Objeto Auxiliar**
    - Actividades
    - Solución
  - Máximos y mínimos
  - Aplicaciones de la derivada
  - Ejercicios de Retroalimentación
- Evaluación
- Ejercicios Extraclase
- Participaciones

**Herramientas**

- Calculadora Científica
- Graficadora
- Seguimiento académico

Geoméricamente, la diferencial representa el incremento de la variable dependiente, pero no hasta la curva, sino hasta la tangente, por lo que:  
 $\Delta y = SQ = ST + TQ$ , a diferencia de que  $dy = ST$   
 Inserta distintos valores de  $x$  y de  $dx$  para analizar geoméricamente los valores de  $dy$  e  $\Delta y$  ... ¿qué se puede concluir al respecto?

zoom 65 O.x -160 O.y 100

$\Delta y = 1,42154$   
 $dy = 0,80297$

$\Delta x = 2,0000$

inicio x 1,50 x+Δx 3,50

Figura 7. Ejemplo de un recurso interactivo en la subsección “Objeto de auxiliar”.

Cada uno de los temas presenta Ejercicios de retroalimentación, los cuales son evaluados una vez que se solicita y le indican al estudiante la cantidad de ejercicios que tiene correctos, como se puede observar en la figura 8.

Bienvenido Invitado especial

[Principal](#) | [Funciones](#) | [Límites y continuidad](#) | [Derivada](#) | [Integral](#) | [Matemáticos y citas](#) | [Salir](#)

---

**Funciones**

Competencia

Presentación Histórica

Antecedentes

Contenido instruccional

- Concepto de Función
- Clasificación de Funciones
- Álgebra de funciones y Composición
- Funciones inversas
- Funciones especiales

Ejercicios de Retroalimentación

Evaluación

Ejercicios Extraclase

Participaciones

**Herramientas**

- Calculadora Científica
- Graficadora
- Seguimiento académico

1.- Dada  $f(x) = 3x^2 - x + 5$ , el resultado de  $\frac{f(x+h) - f(x)}{h}$ ,  $h \neq 0$  es:

a)  $6x + 3h - 1$

b)  $3h - 1$

c)  $\frac{3x^3 - x^2 + 5x + 3x^2h - xh + 5h - 3x^2 + x - 5}{h}$

d) 1

2.- La función  $f(x) = \frac{x^2 + 1}{x^3 - x}$  es una función:

a) Impar

b) Par

c) Trascendente

d) Seccionada

3.- Siendo  $f(x) = x^2 - x$  y  $g(x) = 2x - 3$ , el resultado de  $(f \circ g)(x)$  es:

a)  $x^3 - 5x^2 + 3x$

b)  $4x^2 - 14x + 12$

c)  $4x^2 - 2x - 6$

d)  $2x^2 - 2x - 3$

4.- Considerando  $f(x) = x^2 - 1$  y  $g(x) = \sqrt{3-x}$ , el  $D_{g \circ f}$  es:

8.-   $f(x) = \sqrt{x+4} - 1$

d)  $f(x) = \frac{1}{x^2 + 2x - 3}$

9.- El dominio y contradominio de  $f(x) = \begin{cases} x & -3 \leq x \leq 1 \\ 1-x & 1 < x \leq 4 \end{cases}$  corresponden a:

a)  $D_f = (-\infty, -2]$  ;  $R_f = [-1, 3]$

b)  $D_f = [-3, 4]$  ;  $R_f = [1, 4]$

c)  $D_f = (-\infty, 1)$  ;  $R_f = [-1, 3]$

d)  $D_f = [-3, 4]$  ;  $R_f = [-3, 1]$

Figura 8. Ejemplo de una sección de “Ejercicios de retroalimentación”.

Los estudiantes pueden ingresar a un módulo de la plataforma denominado “Sistema de exámenes” el cual les permite realizar sus evaluaciones del tema seleccionado, figura 9.



Figura 9. Pantalla de ingreso al Sistema de exámenes del Sistema PIAC.

Para ello, previamente el profesor activa el examen correspondiente y lo desactiva cuando lo considera conveniente.

Los estudiantes ingresan con su clave y contraseña del sistema y eligen el curso (pueden agregarse varios cursos), el periodo de evaluación correspondiente y el examen que esté activado, por si hubiera varios exámenes activados, y hacer el que le solicita el profesor. Los exámenes están diseñados con opción múltiple y el sistema emite la calificación al presionar evaluar, mandando el resultado a una base de datos y presenta el seguimiento académico del estudiante.

Un ejemplo de un examen se muestra en la imagen de la figura 10.


**PIAC**  
 Plataforma Interactiva de Aprendizaje para el Cálculo

### EXAMEN

1.- La función  $f(x) = 3x^2 - x + 5$  es una función :

Par
  Impar

Trascendente
  Polinomial

2.- Dada  $f(x) = \frac{3}{x}$ , el resultado de  $\frac{f(x+h) - f(x)}{h}$ ;  $h \neq 0$  es:

$\frac{-3}{x^2 + xh}$ 
  $\frac{3}{x^2 + xh}$

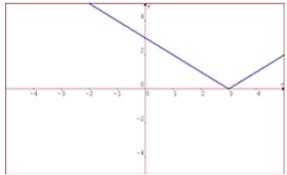
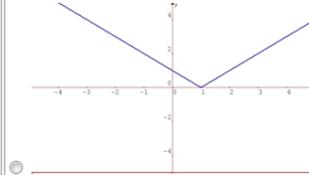
$\frac{1}{x^2 + xh}$ 
  $\frac{3x + 3h - 3}{h(x+h)}$

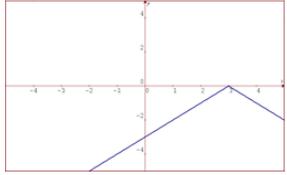
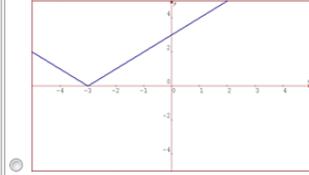
3.- La función inversa de  $f(x) = \frac{1}{x+1}$  es:

$f^{-1}(x) = \frac{1}{x-1}$ 
  $f^{-1}(x) = \frac{-1}{x+1}$

$f^{-1}(x) = \frac{1-x}{x}$ 
  $f^{-1}(x) = \frac{x+1}{x}$

9.- La gráfica de  $f(x) = |3 - x|$  corresponde a:

10.- El dominio y rango de la función  $f(x) = 3 - \sqrt{x-2}$  son:

$D_f = (-\infty, 2]$  ;  $R_f = (-\infty, 3]$ 
  $D_f = (-\infty, -2]$  ;  $R_f = [3, \infty)$

$D_f = [2, \infty)$  ;  $R_f = (-\infty, 3]$ 
  $D_f = [-2, 2]$  ;  $R_f = [0, 3]$

Evaluar

Figura 10. Ejemplo de un examen del Sistema.

En este caso, se procede a contestar el examen y se activa el botón de evaluar, por lo que aparece una imagen como la de la figura 11 y se guarda la calificación en el seguimiento académico:

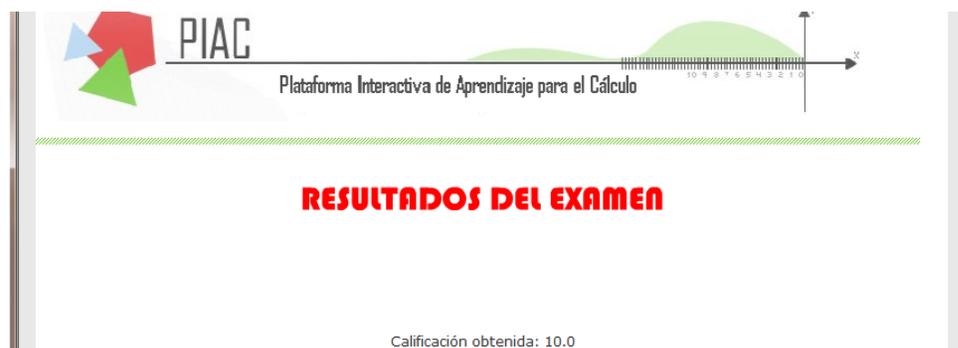


Figura 11. Pantalla que aparece al evaluar un examen del Sistema.

Todos los módulos tienen un procedimiento similar.

Además de esto, el sistema tiene un banco de ejercicios de participaciones y tareas extra-clase que el profesor podrá asignar según lo considere pertinente, figura 12.

Bienvenido **Invitado especial**

[Principal](#) [Funciones](#) [Límites y continuidad](#) [Derivada](#) [Integral](#) [Matemáticos y citas](#) [Salir](#)

**Funciones**

- Competencia
- Presentación Histórica
- Antecedentes
- Contenido instruccional
- Ejercicios de Retroalimentación
- Evaluación
- Ejercicios Extraclase
- Participaciones

**Herramientas**

- Calculadora Científica
- Graficadora
- Seguimiento académico

Participación 1 Cálculo Diferencial e Integral

**MODELANDO FUNCIONES**

Cuando se desea aplicar las matemáticas a la solución de un problema real es necesario formular el problema matemáticamente. Esto implica construir un modelo que proporcione una aproximación aceptable de la situación real.

Realiza los siguientes ejercicios:

- 1.- Traza una gráfica aproximada de la temperatura de un día (en grados centígrados) como función del tiempo (en horas). Considera un día de verano.
- 2.- Resuelve el siguiente problema práctico. Una persona percibe un sueldo de \$50.00 por hora, mientras que su jefe gana el doble por el mismo tiempo. Su hora de entrada es a las 8 a.m., mientras que la del jefe es a las 10:00 a.m.
  - a) ¿Cuánto dinero lleva ganado cada uno a las 12 del día y a las 2 de la tarde?
  - b) Si ambos salen a las 4 p.m., muestra con una tabla y una gráfica el ingreso de cada uno, hora a hora.
  - c) Investiga cuál es la expresión algebraica que te permite conocer lo que ha ganado el jefe a lo largo de la jornada según el tiempo transcurrido.
- 3.- Identifica el tipo de números que constituyen el dominio y el rango del área de un cuadrado en función de la longitud de su lado.

Figura 12. Ejemplo de la sección “Participaciones” en el sistema PIAC.

Para complementar los temas de cada módulo, el sistema cuenta con ejercicios extraclase que el estudiante puede desarrollar para practicar, del cual se tiene un ejemplo del módulo Integral en la figura 13.

PIAC  
Plataforma Interactiva de Aprendizaje para el Cálculo

Bienvenido Invitado especial

Principal Funciones Límites y continuidad Derivada **Integral** Matemáticos y citas Salir

**Integral**

- Competencia
- Presentación Histórica
- Antecedentes
- Contenido instruccional
  - Ejercicios de Retroalimentación
  - Evaluación
  - Ejercicios Extraclase
  - Participaciones
- Herramientas
  - Calculadora Científica
  - Graficadora
  - Seguimiento académico

RECUERDA: Es muy importante el orden, la limpieza y la simplificación, además de poner todos los procedimientos que sean necesarios.

I. Calcula las siguientes integrales indefinidas

- $\int \frac{x^{56}}{x^{30}} dx$
- $\int x^5 dx$
- $\int (x + \sqrt{x}) dx$
- $\int \left( \frac{3}{\sqrt{x}} - \frac{x\sqrt{x}}{4} \right) dx$
- $\int \frac{x^2 dx}{\sqrt{x}}$
- $\int \left( \frac{1}{x^2} + \frac{4}{x\sqrt{x}} + 2 \right) dx$
- $\int \frac{dx}{\sqrt[4]{x}}$

Figura 13. Ejemplo de la sección “Ejercicios Extraclase” en el sistema PIAC.

El profesor puede ir guiando al estudiante en el uso de cada una de las secciones o subsecciones del sistema y coordinando las actividades para el logro de los objetivos del curso, aunque el estudiante puede por su cuenta ir revisando cada una de las partes que le interesen. El sistema se encuentra activo, independientemente del acceso del profesor y el estudiante puede ingresar a cualquier parte en cualquier momento, excepto a la aplicación de los exámenes, que solo son activados cuando el profesor así lo hace, avisa a los estudiantes y aplica los exámenes correspondientes para la evaluación.

## Apéndice E

---

### EJEMPLO DE UN CONTENIDO

---

Tema: Límites

- Competencias
  1. Identificar el concepto de límite basado en su origen.
  2. Explicar y aplicar distintos procesos de solución y técnicas de obtención de límites de funciones.
  3. Distinguir las características que debe cumplir una función para ser continua.
  4. Proponer situaciones prácticas donde intervenga el análisis de continuidad de funciones.
  
- Presentación histórica

Tal vez has estado en un estacionamiento en el que debes “aproximarte” al carro de enfrente, pero no quieres golpearlo ni tocarlo. Esta noción de estar cada vez más cerca de algo, pero sin estar en su lugar, es muy importante en matemáticas y está involucrado con el concepto de límite, en el que descansa el fundamento del Cálculo.

¿Cómo surge el concepto de límite y a partir de cuándo se maneja formalmente ?

En Grecia, no se hicieron esperar los problemas que implicaban la construcción de límites, por lo que en su época, Demócrito y otros grandes pensadores intentan darles respuesta con la unificación de las matemáticas y la teoría filosófica atomista, considerando de esta forma la primera concepción del método del límite, en el año 400 A.C.

En 1821, un matemático francés, Augustin Louis Cauchy, consiguió un enfoque lógico y apropiado del cálculo. Cauchy basó su visión del cálculo sólo en cantidades finitas y el concepto de límite.

En relación con el análisis matemático en el siglo XIX, se fundamentó en un conjunto de procedimientos y métodos de solución de numerosos problemas que crecía rápidamente. Todos estos métodos aun podían dividirse en tres

grandes grupos, constituidos en el cálculo diferencial, el cálculo integral y la teoría de ecuaciones diferenciales. Con estos fundamentos se llegó a lo que se conoce como teoría de límites y de funciones, que fueron el tema central en este siglo. Por ello, se dice que la teoría de los límites es la base de la verdadera metafísica del Cálculo Diferencial. Propiamente dicho, el límite no coincide jamás, o no es jamás igual a la cantidad de la cual es el límite; pero ésta se acerca siempre más y más, y puede diferir lo poco que queramos. El círculo por ejemplo, es el límite de los polígonos inscritos y circunscritos; porque no se confunde jamás rigurosamente con ellos, aunque éstos puedan acercarse al infinito.

- Antecedentes

Para el análisis, cálculo y obtención de límites, es necesario saber manipular el cálculo algebraico (suma, producto), la sustitución numérica y el análisis de gráficas, lo cual puede hacerse apoyándose en los materiales que se anexan (también pueden usarse las herramientas que contiene este sitio y se encuentra en la pestaña de “herramientas”).

Es necesario que tengas un buen manejo de factorización, racionalización, simplificación de expresiones trigonométricas, así como recordar algunas identidades trigonométricas.

- Teoría del tópico

- Subtema: Concepto de límite
  - Planteamiento

### **Definición intuitiva de límite.**

Si  $f(x)$  puede acercarse arbitrariamente a un *número único*  $L$  tomando  $x$  suficientemente cercano a  $c$ , por ambos lados, decimos que el *límite*  $f(x)$  es  $L$ , cuando  $x$  tiende a  $c$ , y escribimos:

$$\lim_{x \rightarrow c} f(x) = L$$

Nota:  $x \rightarrow c$  significa que “ $x$  tiende al valor  $c$ ”.

De la definición de límite debemos entender 3 cosas:

- 1) que el límite  $L$  es un **número**.
- 2) que el límite  $L$ , cuando existe, es **único**.
- 3) que la existencia del límite  $L$  **no depende del valor**  $f(c)$ .

**Ejemplo**

Evaluar:  $\lim_{x \rightarrow 0} f(x)$ , si  $f(x) = \frac{x}{\sqrt{x+1}-1}$

**Solución**

A partir de la fórmula que define a  $f$  tenemos que  $f(0)$  **no existe** y  $D_f = \mathbb{R} - \{0\}$

Para  $x \neq 0$ , tenemos:

$$\begin{aligned} \frac{x}{\sqrt{x+1}-1} &= \frac{x(\sqrt{x+1}+1)}{(\sqrt{x+1}-1)(\sqrt{x+1}+1)} \\ &= \frac{x(\sqrt{x+1}+1)}{(\sqrt{x+1})^2 - (1)^2} = \frac{x(\sqrt{x+1}+1)}{x+1-1} = \frac{x(\sqrt{x+1}+1)}{x} \\ &= \sqrt{x+1}+1 \end{aligned}$$

Es decir,  $f$  también puede expresarse seccionadamente como

$$f(x) = \begin{cases} \sqrt{x+1}+1 & x \neq 0 \\ \text{indefinida} & x = 0 \end{cases}$$

La siguiente tabla muestra los valores de  $f$  para valores de  $x$  cercanos a 0.

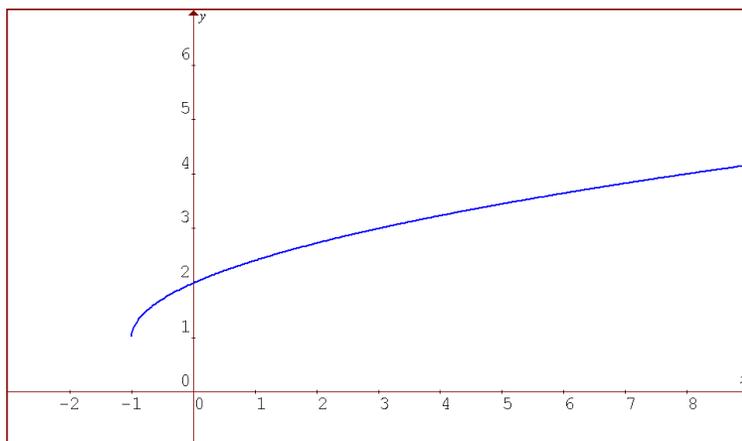
$x$	-0.1	-0.01	-0.001	-0.0001	.....	0	.....	0.0001	0.001	0.01	0.10	$x$
$f(x)$	1.9487	1.995	1.999	1.9999	.....	?	.....	2.0001	2.005	2.005	2.048	$f(x)$

Observemos que  $f(x)$  se aproxima al valor 2 cuando  $x$  se aproxima a 0. Por lo tanto, se puede concluir que  $\lim_{x \rightarrow 0} f(x) = 2$

Analíticamente, se tiene

$$\begin{aligned} \lim_{x \rightarrow 0} f(x) &= \lim_{x \rightarrow 0} (\sqrt{x+1}+1) \\ &= \sqrt{0+1}+1 \\ &= 2 \end{aligned}$$

La gráfica de  $f(x)$  es



### Definición.

---

$\lim_{x \rightarrow c} f(x) = L$  existe si y sólo si

$$\lim_{x \rightarrow c^-} f(x) = \lim_{x \rightarrow c^+} f(x) = L$$

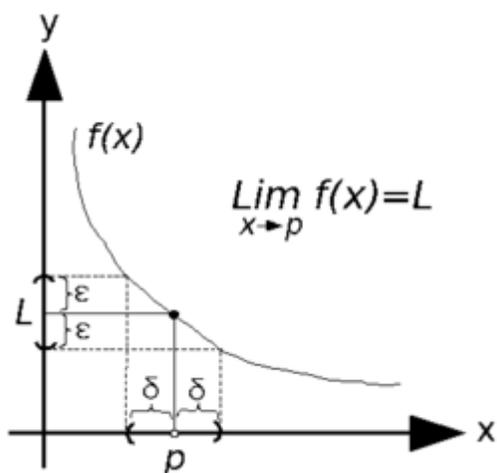
$\lim_{x \rightarrow c^-} f(x)$  se denomina *límite por la izquierda*.

$\lim_{x \rightarrow c^+} f(x)$  se denomina *límite por la derecha*.

---

### Concepto

El límite de la función  $f(x)$  cuando  $x$  se aproxima a  $p$  será  $L$  si y solo si **para todo**  $\varepsilon > 0$  existe un  $\delta > 0$  tal que para todo número real  $x$  en  $0 < |x-p| < \delta$ , tenemos que  $|f(x)-L| < \varepsilon$



Con símbolos:

$$\lim_{x \rightarrow a} f(x) = L \text{ si } \forall \varepsilon > 0 \exists \delta > 0 \rightarrow 0 < |x - a| < \delta \Rightarrow |f(x) - L| < \varepsilon$$

Se analizan al menos 3 ejercicios usando la definición, por equipos.

- Instrucciones

Calcula:

1.  $\lim_{x \rightarrow 0} f(x)$  si  $f(x) = \frac{1}{x^2}$
2.  $\lim_{x \rightarrow 2} f(x)$  si  $f(x) = \frac{x^2 + x - 6}{x^2 - 4}$
3.  $\lim_{x \rightarrow 1} \left( \frac{\sqrt{2x-1} - 1}{x^2 - 1} \right)$

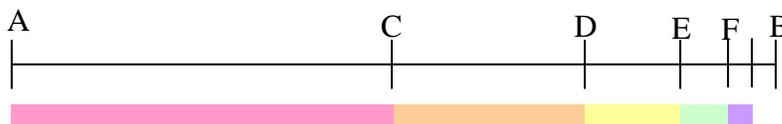
- Objeto\_auxiliar

Se presenta el siguiente razonamiento (para interpretar intuitivamente el concepto de límite) que algunos matemáticos de la Grecia antigua hacían: el glorioso Aquiles estando en un punto A y el objetivo en un punto B. Cuando Aquiles envía una flecha, ésta recorre la distancia AC donde C es el centro del segmento [AB]. Le queda todavía una distancia AB/2 por recorrer. Después, recorre la distancia CD donde D es el centro del segmento [CB]. Le queda todavía una distancia de AB/4 por recorrer... y así sucesivamente. Mostramos así que la flecha no llega jamás a su objetivo. ¿Cómo es posible ?

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left( \frac{1}{2^n} \right) = ? \text{ o bien...}$$

$$\text{¿es posible que } \frac{l}{2} + \frac{l}{4} + \frac{l}{8} + \frac{l}{16} + \frac{l}{32} + \dots = l \text{ ?}$$

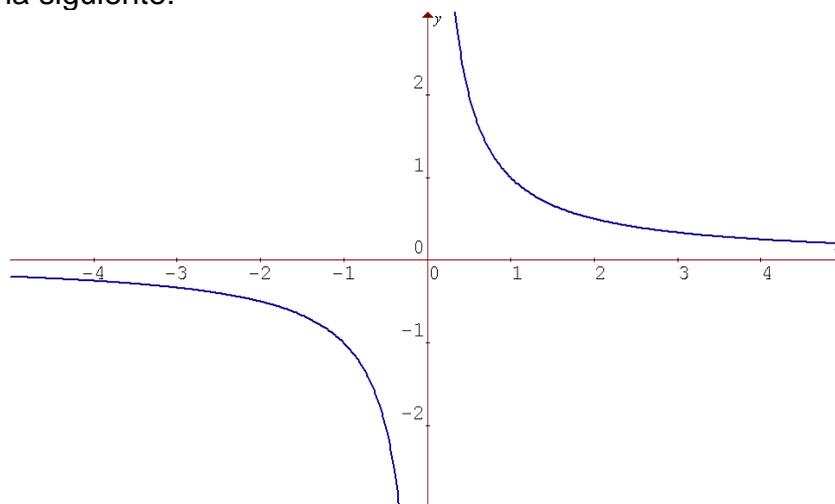
Se desarrolla un programa en flash y un applet en java para animar esta imagen, poniendo un individuo (Aquiles) lanzando una flecha desde el punto A, luego llega a C, después a D, luego a E, luego a F, y así sucesivamente, ... no llega a B.



Se les presenta el siguiente caso a los estudiantes

### Una gráfica curiosa.

La función a la que se refiere la siguiente reflexión es muy sencilla. Se trata simplemente de la función recíproca de  $x$ , es decir, de  $y = \frac{1}{x}$  cuya gráfica es la siguiente:



Pues bien, Torricelli descubrió en 1643 que el sólido de revolución generado al rotar esta curva alrededor del eje  $x$  desde  $x = 1$  hasta  $x = \infty$  tiene volumen finito. Esto causó una auténtica sorpresa en su tiempo y el filósofo inglés Thomas Hobbes llegó a decir en 1672:

**"Para entender este sin sentido no hace falta que una persona sea lógico o geómetra, sino que esté loco"**

Hobbes, por otro lado, gran filósofo y orador político, acostumbraba atacar teoremas matemáticos como si su validez fuera cuestión de invectivas y retórica, como en la política. Una vez creyó haber hallado la cuadratura del círculo y la publicó en 1655. Wallis hizo notar su error y esto originó una fuerte pelea de ataques y sarcasmos entre ambos que duró casi un cuarto de siglo. Mas sorpresa le habría causado sin duda el saber que además tiene una superficie de área infinita. Es decir, si construyéramos una jarra de plástico con esta forma, la podríamos llenar de agua, pero necesitaríamos infinitos botes de pintura para poder pintarla.

Y se pide a los estudiantes que analicen y comenten sobre el caso presentado.

- Solución o demostración.

De los ejercicios que se presentaron en la sección de actividades, la solución correspondiente de detalla enseguida.

1. Para  $\lim_{x \rightarrow 0} f(x)$  si  $f(x) = \frac{1}{x^2}$

Algunos valores de  $f(x)$  para valores de  $x$  cercanos a 0 se presentan en la siguiente tabla:

$x$	-1	-0.1	-0.01	-0.001	...	0	...	0.001	0.01	0.1	1	$x$
$f(x)$	1	$10^2$	$10^3$	$10^6$	...	?	...	$10^6$	$10^3$	$10^2$	1	$f(x)$

De la tabla observamos que si  $x$  se aproxima a cero,  $f(x)$  crece sin cota, lo cual puede ser constatado en la gráfica de  $f$  dada a continuación. Como  $f(x)$  no se aproxima a un número real  $L$ , cuando  $x$  tiende a 0, concluimos que **el límite no existe**.

2.  $\lim_{x \rightarrow 2} f(x)$  si  $f(x) = \frac{x^2 + x - 6}{x^2 - 4}$

$\lim_{x \rightarrow 2} \left( \frac{x^2 + x - 6}{x^2 - 4} \right) = \frac{0}{0}$  lo que significa que es posible quitar la indeterminación.

Factorizando se tiene:

$$\lim_{x \rightarrow 2} \left( \frac{x^2 + x - 6}{x^2 - 4} \right) = \lim_{x \rightarrow 2} \left( \frac{(x+3)(\cancel{x-2})}{(x+2)(\cancel{x-2})} \right) = \lim_{x \rightarrow 2} \left( \frac{x+3}{x+2} \right) = \frac{5}{4}$$

3.  $\lim_{x \rightarrow 1} \left( \frac{\sqrt{2x-1}-1}{x^2-1} \right)$  evaluando se tiene  $\frac{0}{0}$  por lo que:

$$\begin{aligned}\lim_{x \rightarrow 1} \left( \frac{\sqrt{2x-1}-1}{x^2-1} \right) &= \lim_{x \rightarrow 1} \left( \frac{\sqrt{2x-1}-1}{x^2-1} \right) \left( \frac{\sqrt{2x-1}+1}{\sqrt{2x-1}+1} \right) = \lim_{x \rightarrow 1} \left( \frac{(\sqrt{2x-1})^2 - 1^2}{(x-1)(x+1)(\sqrt{2x-1}+1)} \right) \\ &= \lim_{x \rightarrow 1} \left( \frac{2x-2}{(x-1)(x+1)(\sqrt{2x-1}+1)} \right) = \lim_{x \rightarrow 1} \left( \frac{2(\cancel{x-1})}{(\cancel{x-1})(x+1)(\sqrt{2x-1}+1)} \right) \\ &= \lim_{x \rightarrow 1} \left( \frac{2}{(x+1)(\sqrt{2x-1}+1)} \right) = \frac{1}{2}\end{aligned}$$

## Apéndice F

### INSTRUMENTO DE OBSERVACIÓN DIARIA

#### **Instrumento de observación diaria.**

Clase: \_\_\_\_\_

Tradicional PIAC 

Fecha: \_\_\_\_\_

No. de alumnos: \_\_\_\_\_

La clase inició a tiempo

Sí No 

Grupo: \_\_\_\_\_

	Nada		Mucho		
<b>Los estudiantes:</b>	0	1	2	3	4
Participan en la clase					
Se muestran motivados					
Interaccionan entre ellos o con el profesor					
Realizan las actividades satisfactoriamente					
Están atentos					

<b>El profesor:</b>	0	1	2	3	4
Fomenta la participación en la clase					
Estimula a los estudiantes para que cumplan con las actividades encomendadas					
Interactúa con los estudiantes					
Realiza actividades adicionales al contenido					
Es claro en las instrucciones					
Utiliza variedad de estrategias para apoyar la clase					
Tiene preparada la clase					
Su clase se muestra organizada					
Atiende a los estudiantes cuando lo solicitan					

El tiempo para cada actividad fue: poco  suficiente  mucho 

Hoy se aplicaron los sigs. Instrumentos

\_\_\_\_\_

Observaciones:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Apéndice G

---

### INVENTARIO DE PERCEPCIONES METACOGNITIVAS (MAI)

---

Contesta cierto o falso, según corresponda.

	Enunciado	Cierto	Falso
1	Me pregunto periódicamente si estoy cumpliendo mis propósitos o metas.		
2	Considero varias alternativas a un problema antes de que yo conteste.		
3	Intento usar estrategias que he trabajado anteriormente.		
4	Mantengo un ritmo ordenado mientras aprendo para tener bastante tiempo.		
5	Reconozco mis fortalezas intelectuales y debilidades.		
6	Pienso sobre lo que realmente necesito aprender antes de iniciar una tarea.		
7	Sé qué hice correctamente una vez que termino un examen.		
8	Fijo las metas específicas antes de que empiece una tarea.		
9	Reduzco la velocidad de lectura/análisis cuando encuentro información importante.		
10	Reconozco qué tipo de información es importante aprender.		
11	Me pregunto si he considerado todas las opciones al resolver un problema.		
12	Me considero bueno(a) en organizar la información.		
13	Enfoco mi atención conscientemente en la información importante.		
14	Tengo un propósito específico para cada estrategia que utilizo.		
15	Aprendo mejor cuando yo sé algo sobre el tema.		
16	Sé lo que el maestro espera que yo aprenda.		
17	Soy bueno(a) para recordar la información.		
18	Utilizo estrategias de aprendizaje diferentes que dependen de la situación.		
19	Al terminar una tarea, me pregunto si había una manera más fácil de hacerla.		
20	Tengo el control de cómo aprendo.		
21	Repaso periódicamente para ayudarme a entender las relaciones importantes.		
22	Me hago preguntas acerca del material a estudiar antes de iniciar.		
23	Considero varias maneras que resuelven un problema y escojo la mejor.		
24	Resumo lo que he aprendido después de que termino.		
25	Pido a otros ayuda cuando yo no entiendo algo.		
26	Puedo motivarme a aprender cuando yo lo necesito.		
27	Soy consciente de qué estrategias utilizo cuando estudio.		
28	Analizo la utilidad de las estrategias que empleo mientras estudio.		
29	Utilizo mis fortalezas intelectuales para compensar mis debilidades.		
30	Enfoco mi atención en el significado e importancia de nueva información.		
31	Elaboro mis propios ejemplos para hacer la información más significativa.		
32	Soy imparcial al momento de autoevaluarme.		
33	Me encuentro usando estrategias útiles de aprendizaje automáticamente.		
34	Hago una pausa para verificar mi comprensión regularmente.		
35	Sé cuando cada estrategia que uso es o será eficaz.		
36	Una vez que termino alguna actividad me doy cuenta del logro de mis metas.		
37	Hago esquemas o diagramas para ayudarme a entender cuando aprendo.		
38	Me pregunto si he considerado todas las opciones cuando resuelvo algo.		
39	Intento traducir nueva información con mis propias palabras.		
40	Cambio mis estrategias cuando algo no entiendo.		

41	Leo las instrucciones cuidadosamente antes de que inicie una tarea.		
42	Me pregunto si lo que estoy leyendo se relaciona con lo que ya sé.		
43	Reevalúo mis suposiciones cuando me confundo.		
44	Organizo mi tiempo para lograr mejor mis metas.		
45	Aprendo más cuando estoy interesado en el tema.		
46	Enfoco mi atención en el significado en conjunto, en lugar del específico.		
47	Me pregunto de lo que hago bien cuando estoy aprendiendo algo nuevo.		
48	Me cuestiono si aprendí tanto como quería, una vez que termino una tarea.		
49	Me detengo y me regreso cuando tengo nueva información que no está clara.		
50	Me detengo y releo cuando me confundo.		

Tomado de Schraw, G. & Dennison, R.S. (1994). Assessing metacognitive awareness. *Contemporary Educational Psychology*, 19, 460-475.

### Metacognitive Awareness Inventory (MAI)

Check True or False as appropriate.

	True	False
1. I ask myself periodically if I am meeting my goals.		
2. I consider several alternatives to a problem before I answer.		
3. I try to use strategies that have worked in the past.		
4. I pace myself while learning in order to have enough time.		
5. I understand my intellectual strengths and weaknesses.		
6. I think about what I really need to learn before I begin a task		
7. I know how well I did once I finish a test.		
8. I set specific goals before I begin a task.		
9. I slow down when I encounter important information.		
10. I know what kind of information is most important to learn.		
11. I ask myself if I have considered all options when solving a problem.		
12. I am good at organizing information.		
13. I consciously focus my attention on important information.		
14. I have a specific purpose for each strategy I use.		
15. I learn best when I know something about the topic.		
16. I know what the teacher expects me to learn.		
17. I am good at remembering information.		
18. I use different learning strategies depending on the situation.		
19. I ask myself if there was an easier way to do things after I finish a task.		
20. I have control over how well I learn.		
21. I periodically review to help me understand important relationships.		
22. I ask myself questions about the material before I begin.		
23. I think of several ways to solve a problem and choose the best one.		
24. I summarize what I've learned after I finish.		

	True	False
25. I ask others for help when I don't understand something.		
26. I can motivate myself to learn when I need to		
27. I am aware of what strategies I use when I study.		
28. I find myself analyzing the usefulness of strategies while I study.		
29. I use my intellectual strengths to compensate for my weaknesses.		
30. I focus on the meaning and significance of new information.		
31. I create my own examples to make information more meaningful.		
32. I am a good judge of how well I understand something.		
33. I find myself using helpful learning strategies automatically.		
34. I find myself pausing regularly to check my comprehension.		
35. I know when each strategy I use will be most effective.		
36. I ask myself how well I accomplish my goals once I'm finished.		
37. I draw pictures or diagrams to help me understand while learning.		
38. I ask myself if I have considered all options after I solve a problem.		
39. I try to translate new information into my own words.		
40. I change strategies when I fail to understand.		
41. I use the organizational structure of the text to help me learn.		
42. I read instructions carefully before I begin a task.		
43. I ask myself if what I'm reading is related to what I already know.		
44. I reevaluate my assumptions when I get confused.		
45. I organize my time to best accomplish my goals.		
46. I learn more when I am interested in the topic.		
47. I try to break studying down into smaller steps.		
48. I focus on overall meaning rather than specifics.		
49. I ask myself questions about how well I am doing while I am learning something new.		
50. I ask myself if I learned as much as I could have once I finish a task.		
51. I stop and go back over new information that is not clear.		
52. I stop and reread when I get confused.		

## Apéndice H

### EJEMPLO DE UN EXAMEN DE CONOCIMIENTOS APLICADO A LOS GRUPOS EXPERIMENTALES

#### Examen Rápido del tema Límites, Primera parcial

Instrucciones: Analiza detenidamente cada uno de los enunciados, realiza las operaciones que consideres conveniente y selecciona la opción que corresponde a la respuesta de cada ejercicio.

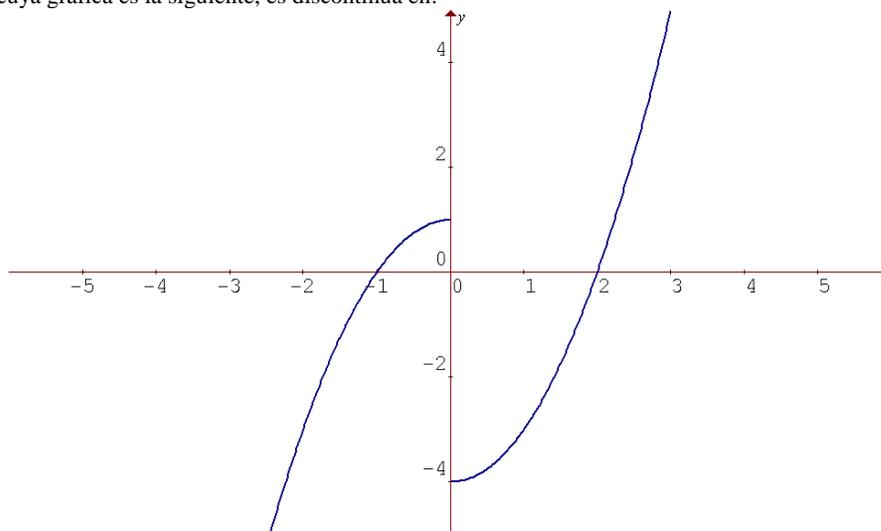
1. El valor de  $k$  para que la función  $f(x) = \begin{cases} kx & x > 1 \\ 2x - 3 & x \leq 1 \end{cases}$  sea continua en  $x=1$  debe ser:

- a)  $k=2$                       b)  $k=1$                       c)  $k=-3$                       d)  $k=-1$

2. Al resolver el siguiente límite se obtiene:  $\lim_{x \rightarrow 3} \tan\left(\frac{\pi x}{4}\right)$

- a)  $-3/4$                       b)  $-1$                       c)  $1$                       d)  $3/4$

3. La función cuya gráfica es la siguiente, es discontinua en:



- a)  $x=-4$                       b)  $x=1$                       c)  $x=0$                       d)  $x=-1$



9. El valor de  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{x + \tan x}{\operatorname{sen} x}$

- a) 2                      b)  $-\frac{1}{\sqrt{2}}$                       c) No existe                      d) 1

10. El valor del  $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{\operatorname{sen}(x-1)}{1-x}$  es:

- a) 0                      b) 1/4                      c) -1                      d) 1/2

## Apéndice I

### INSTRUMENTO DE OPINIÓN RESPECTO A PIAC

Instrucciones: Lee detenidamente cada uno de los enunciados y señala entre los niveles de respuesta el que mejor corresponda a tu percepción sobre la Plataforma Interactiva de Aprendizaje para el Cálculo.

Considera: 1: Completamente de acuerdo    2: De acuerdo    3: Regularmente de acuerdo    4: En desacuerdo  
5: Completamente en desacuerdo

Enunciado	1	2	3	4	5
1. Puedo encontrar rápidamente lo que estoy buscando en este sitio.					
2. Considero que este sitio presenta una estructura adecuada.					
3. Las páginas de este sitio son agradables.					
4. Consigo lo que quiero cuando hago clic en las ligas.					
5. Considero adecuados los tamaños de letra, imágenes y gráficas.					
6. Considero difícil de usar el sitio.					
7. Este sitio me ayuda a encontrar lo que estoy buscando.					
8. Es posible realizar una actividad con éxito en este sitio.					
9. Los materiales de este sitio son fáciles de entender.					
10. Los actividades del sitio son fáciles de realizar.					
11. Este sitio es interesante para mí.					
12. Es difícil decir si este sitio Web tiene lo que deseo.					
13. El uso del ambiente me motivó a aprender temas de matemáticas.					
14. El empleo de la plataforma me generó la inquietud de explorar otros temas.					
15. Considero interesantes las actividades de la plataforma.					
16. Necesito aprender muchas cosas antes de utilizar la plataforma.					
17. Me gustará visitar este sitio.					
18. Las instrucciones y advertencias son de ayuda.					
19. El modo en el que se presenta la información del sistema es clara y comprensible.					
20. El sitio responde con lentitud a las peticiones que se le hacen.					
21. El sistema de exámenes de la plataforma es adecuado.					
22. El uso de objetos de apoyo aclararon el concepto a tratar.					
23. Los objetos de apoyo de la plataforma ampliaron mi conocimiento sobre el tema.					

Considero que con el apoyo de la plataforma, mi aprendizaje fue:    Fortalecido    Debilitado    Igual

Lo que más me agradó de la plataforma es:

Lo más útil de la plataforma es:

Lo más interesante respecto de la plataforma es:

**Comentarios u observaciones:**

## Apéndice J

---

### **PREGUNTAS GUÍA EN LAS ENTREVISTAS A ESTUDIANTES Y PROFESOR**

---

#### **Preguntas guía en las entrevistas a estudiantes que usaron la plataforma y profesora del curso.**

##### a) Para estudiantes:

1. ¿Qué calificaciones obtuviste en la primera y segunda evaluación parcial del curso de Cálculo?
2. ¿Qué consideras influyó para estos resultados?
3. ¿Crees que el uso de la plataforma en el primer periodo afectó en el resultado de tu calificación en el primer periodo?
4. ¿Cómo consideras tu aprendizaje durante la primera evaluación?
5. ¿Cómo te gusta más la clase de Cálculo, como la llevas ahora o como la llevaste durante el primer periodo?
6. ¿Qué es lo que más te agradó de todo el proceso durante la primera evaluación parcial?
7. ¿Qué consideras que le falta a la plataforma?
8. ¿Te hubiera gustado que todo el programa lo llevarás en la modalidad que llevaste la primera evaluación parcial?

##### b) Para la profesora:

1. ¿Le agradó trabajar con la modalidad del ambiente de aprendizaje apoyado con tecnología?
2. Los requerimientos para su utilización, ¿fueron complicados?
3. ¿Cómo se le hizo su uso en el proceso enseñanza-aprendizaje?
4. ¿Cómo considera el aprendizaje de los estudiantes con y sin el apoyo de la plataforma?
5. ¿Qué diferencias aprecia con los estudiantes que utilizaron la plataforma contra los que llevaron la clase en forma tradicional?

6. ¿Considera que la modalidad presencial asistida por la computadora fortaleció el aprendizaje de los estudiantes?
7. ¿Qué aspectos considera se vieron afectados por el uso de la plataforma en el proceso enseñanza-aprendizaje?
8. ¿Considera que esta estrategia de enseñanza-aprendizaje se aplicaría a todos los grupos con los que trabaja?
9. ¿Encontró diferencias entre los grupos que trabajaron con la plataforma de aprendizaje?
10. ¿Qué cosas cambiaría en el proceso de enseñanza usando el ambiente de aprendizaje asistido por la computadora?

## Apéndice K

### DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE CÁLCULO

#### *Descripción técnica del programa*

<b>Datos Generales.</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nombre del curso: Cálculo Diferencial e Integral</li> <li>2. Nivel en que se imparte. Licenciatura</li> <li>3. Vigencia del plan: 2007-</li> <li>4. Ciclo escolar: Agosto 2007-Enero 2008</li> <li>5. Créditos: 8</li> <li>6. Etapa formativa: Disciplinaria</li> <li>7. Carácter de la asignatura: Obligatoria</li> <li>8. Profesores: María Andrade Aréchiga, Adriana Lorena Iñiguez Carrillo, Rogelio Octavio López Barragán.</li> </ol>
<b>Perfil de los participantes.</b>	Estudiantes de licenciatura de las diferentes carreras de ingeniería de la Universidad de Colima, donde se imparte la misma materia.
<b>Propósito del curso.</b>	<p>La asignatura de Cálculo Diferencial e Integral, es una materia obligatoria que se imparte durante la etapa disciplinaria a los estudiantes de las carreras de Ingeniería en las Facultades de Ciencias, Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Telemática e Ingeniería Electromecánica de la Universidad de Colima.</p> <p>Esta asignatura tiene como propósito que el estudiante realice una revisión de los conceptos básicos del cálculo diferencial e integral y los aplique en diferentes contextos.</p>
<b>Eje formativo.</b>	Práctico-Contextual: Analizar casos en los que se plantean situaciones de carácter matemático y en los que intervienen elementos del cálculo.
<b>Competencia.</b>	Adquirir la habilidad en el manejo de técnicas y procedimientos del cálculo para contar con una herramienta matemática útil en la solución de problemas técnicos y científicos de optimización, derivación e integración.
<b>Evidencias de desempeño.</b>	Estudios de casos, resolución de problemas y ejercicios relacionados con los contenidos temáticos del curso, para lo cual es primordial la problematización que haga el alumno y la exposición de los mismos de manera individual o en equipo.

<p><b>Metodología de trabajo.</b></p>	<p>En cada unidad se desarrollarán ejercicios, actividades y dinámicas relacionadas con la sensibilización y adquisición de habilidades básicas para la promoción de la competencia matemática. Para ello se empleará una metodología activa, crítica y participativa en el aula, que permita al alumno ejercitar y mostrar habilidades analíticas, reflexivas y de razonamiento, apoyándose en la plataforma electrónica de aprendizaje y los materiales que ésta contiene.</p> <p>Análisis de material multimedia. Instrucción programada. Estudios de casos. Lluvia de ideas. Discusión dirigida. Debate. Exposición de los alumnos. Resolución de problemas.</p> <p>Docente: introduce el tema a través de distintas estrategias, aclara dudas, guía las actividades de aprendizaje, propicia el análisis e intercambio de ideas, fomenta el pensamiento creativo, promueve la búsqueda de soluciones distintas, complementa las actividades con otras técnicas, estimula la participación a través de distintas tareas diseñadas con anticipación, propone herramientas para la solución de variados problemas prácticos, promueve el autoaprendizaje.</p> <p>Alumno: Entrega reportes de lectura y soluciones de casos; elabora modelos matemáticos en los temas que así lo requieran; construye la solución de situaciones que se le presentan, plantea demostraciones, propone situaciones de aplicación relacionada con los tópicos del curso, cuestiona sus propios resultados y generaliza, emite juicios de opinión respecto de los procedimientos, soluciones y aplicaciones.</p>
---------------------------------------	--

## Descripción técnica del programa por unidades

<p><b>Primera Unidad: Funciones</b></p>	
<p><b>Duración total de la Unidad:</b> 10 horas</p>	
<p><b>Propósito:</b> El alumno distinguirá los diferentes tipos de funciones de acuerdo a su clasificación.</p>	
<p><b>Competencias:</b></p>	<p>Distinguir, dada una ecuación o gráfica, si ésta corresponde a una función. Listar los diferentes tipos de funciones con base en la clasificación de funciones. Determinar el dominio y rango de una función. Analizar, reconocer e interpretar los elementos que implican la composición de funciones. Reconocer los distintos tipos de funciones dada la expresión matemática o su gráfica.</p> <p>Manipular las distintas funciones para la construcción de nuevas funciones. Describir el comportamiento de las funciones especiales, su gráfica y sus elementos.</p>

	Aplicar el concepto de función a planteamientos teóricos para expresar su representación matemática.
<b>1.1.1 Segunda Unidad: Límites y Continuidad</b>	
<b>Duración total de la Unidad:</b> 10 horas <b>Propósito:</b> Que el estudiante comprenda el concepto de límite y el concepto de continuidad de funciones.	
<b>Competencias:</b>	Identificar el concepto de límite basado en su origen. Explicar y aplicar los distintos procesos de solución y técnicas de obtención de límites de funciones. Discutir las características que debe cumplir una función para ser continua. Proponer situaciones prácticas donde intervenga el análisis de continuidad de funciones.
<b>1.1.2 Tercera Unidad: Derivada</b>	
<b>Duración total de la Unidad:</b> 10 horas <b>Propósito:</b> Que el alumno derive cualquier tipo de función.	
<b>Competencia:</b>	Obtener la derivada de una función a través de su definición e interpretar el resultado. Deducir las fórmulas de derivación a través de la definición de derivada. Aplicar el proceso de derivación a cualquier tipo de función.
<b>1.1.3 Cuarta Unidad: Aplicaciones de la derivada</b>	
<b>Duración total de la Unidad:</b> 10 horas <b>Propósito:</b> El estudiante resolverá problemas de aplicación utilizando las reglas de derivación.	
<b>Competencia:</b>	Determinar el comportamiento de una función encontrando sus puntos críticos: máximos, mínimos y/o puntos de inflexión e interpretará en situaciones prácticas las características de optimización.
<b>1.1.4 Quinta Unidad: La integral definida</b>	
<b>Duración total de la Unidad:</b> 10 horas <b>Propósito:</b> Que el estudiante analice los diferentes usos de la integración con base en sus propiedades.	
<b>Competencia:</b>	Reconocer y aplicar correctamente los teoremas fundamentales del cálculo para la determinación de integrales.
<b>1.1.5 Sexta Unidad: Métodos de integración</b>	
<b>Duración total de la Unidad:</b> 10 horas <b>Propósito:</b> Que el estudiante identifique y aplique los diferentes métodos de integración con base a los requerimientos que se planteen.	

Competencia:	Reconocer y aplicar los métodos de integración por sustitución, integración por partes, fracciones parciales, sustitución trigonométrica, etc.
<b>1.1.6 Séptima Unidad: Aplicaciones de la integral definida</b>	
<b>Duración total de la Unidad:</b> 10 horas	
<b>Propósito:</b> Que el estudiante resuelva diferentes tipos de problemas con integrales basado en los teoremas básicos de integración y en los métodos de solución adecuados.	
Competencia:	Identificar y aplicar el proceso de integración a distintos casos de aplicación como es el cálculo de área de regiones planas, volúmenes de sólidos de revolución, trabajo realizado por una fuerza, centros de masa, etc.

## Evaluación

Criterios de evaluación por unidad			
DE ACREDITACION	DE CALIFICACIÓN	DE RETROALIMENTACIÓN	
<p>Para tener derecho a evaluación parcial, el estudiante debe cumplir con el 80% de asistencia y cumplir con las actividades señaladas.</p> <p>Para exentar la evaluación parcial es necesario acreditar las tres evaluaciones parciales y promediar con una calificación igual o mayor que 8.</p> <p>Para acreditar el curso es requisito acreditar el examen ordinario y tener como promedio final una calificación igual o mayor que 6.</p>	<b>Unidad I</b>	<p>Al final de cada unidad se realizará un cierre que tiene como finalidad retroalimentar tres aspectos básicos del curso: el alumno y el contenido de la materia; el alumno y su aprendizaje y el alumno y la plataforma.</p>	
	Proyecto:		20%
	Tareas:		20%
	Exámenes Rápidos:		10%
	Examen de la unidad:		50%
	<b>Unidad II</b>		
	Tareas:		20%
	Práctica por computadora:		20%
	Exámenes Rápidos:		10%
	Examen de la unidad:		50%
	<b>Unidad III</b>		
	Tareas:		20%
	Práctica por computadora:		20%
	Exámenes Rápidos:		10%
	Examen de la unidad:		50%
	<b>Unidad IV</b>		
	Tareas:		20%
Estudio de caso:	20%		
Exámenes Rápidos:	10%		
Examen de la unidad:	50%		
<b>Unidad V</b>			
Tareas:	20%		
Proyecto:	20%		

Exámenes Rápidos:	10%
Examen de la unidad:	50%
<b>Unidad VI</b>	
Tareas:	20%
Proyecto:	20%
Exámenes Rápidos:	10%
Examen de la unidad:	50%
<b>Unidad VII</b>	
Tareas:	20%
Estudio de caso:	20%
Exámenes Rápidos:	10%
Examen de la unidad:	50%

### Plan de habilidades y actitudes por unidad

<b>Unidad I.</b>	<p>Competencias:</p> <p>Distinguir, dada una ecuación o gráfica, si ésta corresponde a una función.</p> <p>Listar los diferentes tipos de funciones con base en la clasificación de funciones.</p> <p>Determinar el dominio y rango de una función.</p> <p>Analizar, reconocer e interpretar los elementos que implican la composición de funciones.</p> <p>Reconocer los distintos tipos de funciones dada la expresión matemática o su gráfica.</p> <p>Manipular las distintas funciones para la construcción de nuevas funciones.</p> <p>Describir el comportamiento de las funciones especiales, su gráfica y sus elementos.</p> <p>Aplicar el concepto de función a planteamientos teóricos para expresar su representación matemática.</p>		
	<b>Contenido</b>	<b>Habilidades</b>	<b>Actitudes</b>

	<p>1.1. Introducción.</p> <p>1.2. Clasificación de funciones</p> <p>1.3. Álgebra de funciones</p> <p>1.4. Composición de funciones</p> <p>1.5. Funciones inversas</p> <p>1.6. Funciones algebraicas</p> <p>1.7. La función logarítmica</p> <p>1.8. La función exponencial</p> <p>1.9. Las funciones trigonométricas directas e inversas</p> <p>1.10. Funciones hiperbólicas</p> <p>1.11. Funciones especiales</p>	<p>Diferencia y clasifica correctamente cualquier tipo de función.</p> <p>Identifica los elementos de una función, así como su gráfica.</p> <p>Maneja adecuadamente operaciones entre funciones.</p> <p>Ofrece ejemplos y contraejemplos de funciones.</p>	<p>Mente creativa y abierta.</p> <p>Entusiasmo para participar en trabajo colaborativo.</p> <p>Innovación.</p> <p>Trabajo en equipo.</p> <p>Curiosidad por aprender por su cuenta.</p> <p>Disponibilidad para proponer otras soluciones.</p> <p>Liderazgo.</p>
<b>Unidad II.</b>	<p>Competencias:</p> <p>Identificar el concepto de límite basado en su origen.</p> <p>Explicar y aplicar los distintos procesos de solución y técnicas de obtención de límites de funciones.</p> <p>Discutir las características que debe cumplir una función para ser continua.</p> <p>Proponer situaciones prácticas donde intervenga el análisis de continuidad de funciones.</p>		
	<b>Contenido</b>	<b>Habilidades</b>	<b>Actitudes</b>
	<p>2.1. Introducción</p> <p>2.2. Concepto de límite</p> <p>2.3. Teoremas sobre límites</p> <p>2.4. Límites indeterminados</p> <p>2.5. Límites al infinito</p> <p>2.6. Límites trigonométricos</p> <p>2.7. Continuidad</p>	<p>Analiza de manera correcta cualquier tipo de límites y propone estrategias de solución.</p> <p>Interpreta adecuadamente las características de continuidad de funciones.</p>	<p>Mente creativa y abierta.</p> <p>Entusiasmo para participar en trabajo colaborativo.</p> <p>Innovación.</p> <p>Trabajo en equipo.</p> <p>Curiosidad por aprender por su cuenta.</p> <p>Disponibilidad para proponer otras soluciones.</p> <p>Liderazgo.</p>
<b>Unidad III.</b>	<p>Competencias:</p> <p>Obtener la derivada de una función a través de su definición e interpretar el resultado.</p> <p>Deducir las fórmulas de derivación a través de la definición de derivada.</p> <p>Aplicar el proceso de derivación a cualquier tipo de función.</p>		
	<b>Contenido</b>	<b>Habilidades</b>	<b>Actitudes</b>

	<p>3.1. Concepto de derivada</p> <p>3.2. Teoremas sobre derivadas</p> <p>3.3. La derivada de la composición de funciones</p> <p>3.4. Derivadas de orden superior</p> <p>3.5. Diferenciación implícita</p> <p>3.6. Diferenciación logarítmica</p> <p>3.7. La diferencial</p> <p>3.8. Derivada de funciones trascendentes</p>	Demuestra capacidad para obtener la derivada de cualquier función.	<p>Mente creativa y abierta.</p> <p>Entusiasmo para participar en trabajo colaborativo.</p> <p>Innovación.</p> <p>Trabajo en equipo.</p> <p>Curiosidad por aprender por su cuenta.</p> <p>Disponibilidad para proponer otras soluciones.</p> <p>Liderazgo.</p>
<b>Unidad IV</b>	Competencia: Determinar el comportamiento de una función encontrando sus puntos críticos: máximos, mínimos y/o puntos de inflexión e interpretará en situaciones prácticas las características de optimización.		
	<b>Contenido</b>	<b>Habilidades</b>	<b>Actitudes</b>
	<p>4.1. Introducción</p> <p>4.2. Máximos y mínimos</p> <p>4.3. El teorema del valor medio</p> <p>4.4. Máximos y mínimos relativos</p> <p>4.5. Concavidad de una gráfica</p> <p>4.6. Aplicaciones a la física</p>	Interpreta la derivada de una función en diferentes contextos.	<p>Mente creativa y abierta.</p> <p>Entusiasmo para participar en trabajo colaborativo.</p> <p>Innovación.</p> <p>Trabajo en equipo.</p> <p>Curiosidad por aprender por su cuenta.</p> <p>Disponibilidad para proponer otras soluciones.</p> <p>Liderazgo.</p>
<b>Unidad V.</b>	Competencia: Reconocer y aplicar correctamente los teoremas fundamentales del cálculo para la determinación de integrales.		
	<b>Contenido</b>	<b>Habilidades</b>	<b>Actitudes</b>

	<p>5.1. Introducción</p> <p>5.2. Área de las figuras planas</p> <p>5.3. La integral definida</p> <p>5.4. La existencia de funciones integrales</p> <p>5.5. Propiedades básicas de la integral</p> <p>5.6. Los teoremas fundamentales del cálculo</p> <p>5.7. El primer teorema del valor medio para las integrales</p> <p>5.8. Integrales impropias</p>	<p>Aplica correctamente los teoremas de integrales en la solución de éstas.</p>	<p>Mente creativa y abierta.</p> <p>Entusiasmo para participar en trabajo colaborativo.</p> <p>Innovación.</p> <p>Trabajo en equipo.</p> <p>Curiosidad por aprender por su cuenta.</p> <p>Disponibilidad para proponer otras soluciones.</p> <p>Liderazgo.</p>
<b>Unidad VI.</b>	<p>Competencia: Reconocer y aplicar los métodos de integración por sustitución, integración por partes, fracciones parciales, sustitución trigonométrica, etc.</p>		
	<b>Contenido</b>	<b>Habilidades</b>	<b>Actitudes</b>
	<p>6.1. Tablas de integrales</p> <p>6.2. Integración por partes</p> <p>6.3. Fracciones parciales</p> <p>6.4. Integración de funciones racionales</p> <p>6.5. Integración por sustitución</p> <p>6.6. Integración numérica</p>	<p>Resuelve correctamente integrales aplicando los métodos apropiados.</p>	<p>Mente creativa y abierta.</p> <p>Entusiasmo para participar en trabajo colaborativo.</p> <p>Innovación.</p> <p>Trabajo en equipo.</p> <p>Curiosidad por aprender por su cuenta.</p> <p>Disponibilidad para proponer otras soluciones.</p> <p>Liderazgo.</p>
<b>Unidad VII.</b>	<p>Competencia: Identificar y manejar el proceso de integración en distintos casos de aplicación como es el cálculo de área de regiones planas, volúmenes de sólidos de revolución, trabajo realizado por una fuerza, centros de masa, etc.</p>		
	<b>Contenido</b>	<b>Habilidades</b>	<b>Actitudes</b>

	<p>7.1 Introducción</p> <p>7.1. Área</p> <p>7.2. Volumen de sólidos de revolución</p> <p>7.3. Trabajo</p> <p>7.4. La longitud de curvas</p> <p>7.5. Centros de masa (centroides)</p>	<p>Determina medidas diversas aplicando los procesos de integración apropiados.</p>	<p>Mente creativa y abierta.</p> <p>Entusiasmo para participar en trabajo colaborativo.</p> <p>Innovación.</p> <p>Trabajo en equipo.</p> <p>Curiosidad por aprender por su cuenta.</p> <p>Disponibilidad para proponer otras soluciones.</p> <p>Liderazgo.</p>
--	--	---	--

## Apéndice L

---

### INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN FINAL A LOS GRUPOS EXPERIMENTALES

---

Las siguientes preguntas están relacionadas con la metodología empleada en el Curso de Cálculo que recién acabas de terminar. Por favor medita muy bien tus respuestas.

1. ¿Consideras que tu calificación del primer periodo del Curso de Cálculo se vio influenciada por el uso de la Plataforma Interactiva de Aprendizaje para el Cálculo?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

2. Tu aprendizaje del curso de Cálculo durante el primer periodo se vio:

Fortalecido  Igual  Disminuido

3. ¿Te hubiera gustado continuar utilizando la Plataforma Interactiva de Aprendizaje para el Cálculo durante las clases en los demás periodos del curso?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Me da igual \_\_\_\_\_

4. ¿Qué elementos de la plataforma te parecieron más interesantes?

- Contenido
- Objetos de apoyo
- Retroalimentación
- Actividades
- Sistema de exámenes
- Herramientas (calculadora, graficadora)
- Ninguno

5. ¿Qué secciones de la plataforma te parecieron menos interesantes?

- Contenido
- Objetos de apoyo
- Retroalimentación
- Actividades
- Sistema de exámenes
- Herramientas (calculadora, graficadora)
- Ninguno

6. Con respecto al sistema de evaluación incluido en la plataforma ¿crees que éste es mejor que el sistema de evaluación tradicional (exámenes escritos en papel)?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Me da igual \_\_\_\_\_

Comentarios (lo que te agradó, desagradó, te fu útil, etc.) \_\_\_\_\_

---

---

Gracias por tu participación.

#### Resumen de los comentarios que manifestaron los estudiantes en la encuesta.

- *En general, la plataforma me agradó la forma en que se trabaja y en cuanto a aprovechar más el tiempo ya que la información ya está y solo es cuestión de explicarla. Me gustaría más ejemplos para comprender mejor los temas. Lo que más me gustó es el material extra y las herramientas que ofrece.*
- *Los apuntes y actividades están a mi alcance a la hora que sea y para mí lo más útil fueron las actividades y la graficadora.*
- *La plataforma es interesante sin embargo habría que implementarla más en todos los temas. La interfaz gráfica, el acomodo del contenido y el tipo de contenido así como la información resumida y clara fue lo más interesante.*
- *Me gustó mucho la graficadora y lo detallado de los temas.*
- *Me encantó cómo se presentó los objetos auxiliares y los temas. El uso de la graficadora ayuda mucho a entender los ejercicios.*
- *Lo que más me agradó de la plataforma son las herramientas con las que cuenta. En sí me agradó todo lo que conlleva y el uso en las clases, ya que teníamos mucho apoyo con el tiempo para ver un tema, los objetos de apoyo que vienen me gustaron.*
- *Lo más útil para mí fue la graficadora.*
- *Me gustó que todo viene bien y que su uso es muy fácil, te ayuda a estudiar, además de que la información está muy clara y estructurada. La graficadora te ayuda en todo momento. Aunque al principio no me era muy interesante, pero al avanzar se me hizo de gran ayuda y me parece un muy buen método.*
- *Me agradó el modo en el que están agrupados los temas y lo fácil que es entrar. Los materiales están muy bien, especialmente los objetos de apoyo. Es una buena idea para el estudio de Cálculo ya que si tenemos dudas, la información está a todas horas presente en Internet para repasar lo de la clase.*
- *Lo mejor fueron los objetos auxiliares y las herramientas, bueno lo novedoso para mí.*

- *Bueno en lo general me pareció muy buena idea pues nos evitamos perder tiempo y nos permite poner más atención . Me agradó las diversas aplicaciones que tiene para ayudarme y la facilidad para entender los temas.*
- *Me gustó que la información está dividida en temas y subtemas y los objetos auxiliares.*
- *Me hacía bolas con algunos problemas que se plantean en la plataforma, no le entendía, pero me ayudó la maestra.*
- *Me gusta que en la plataforma hay varios ejemplos de temas, me gustaron los exámenes y las herramientas. Sin embargo, el símbolo de pi no se veía bien.*
- *Me agradó el orden de los temas y los contenidos. Varios temas y las referencias.*
- *Lo que más útil se me hizo fue que tenía todo lo necesario para practicar y estudiar. Me gustaron las actividades y las participaciones. Nada es aburrido.*
- *Los objetos de apoyo es para mí lo más interesante de la plataforma.*
- *Me parece buena idea que puedes consultar la info cuando quieras. Los ejemplos útiles. Estará bien que pusieran los temas más ejemplificados porque así comprendes más de qué se trata lo que estás haciendo.*
- *La plataforma es rápida y efectiva. Yo creo que es necesario refinar un poquito los temas y la graficadora y los objetos de apoyo son muy buenos porque tenemos noción de lo que realmente estamos haciendo.*
- *Me gustó que puedo ver el material cuando quiera y me permite aprender de una forma diferente y agradable.*
- *Me gustó la interactividad, los temas y la ayuda que se brinda. Creo que trabajar en una plataforma de este tipo ayuda al aprendizaje de las personas pues brinda mucha información. Por otro lado creo que los ejemplos que tiene la plataforma deben ser más explícitos pues trataba de aprender y no complicarme.*
- *Me gustó la graficadora, las participaciones, los objetos auxiliares y lo de los matemáticos. Pero más interesante de la plataforma los objetos auxiliares que venían. Como observación es que los ejemplos en la resolución de problemas sea más clara así como la solución o demostración.*
- *Me agradó los exámenes, algo de contenido y el material. Sugiero que las definiciones sean mas claras. Pero todo lo demás estuvo bien.*
- *Me gustó más lo de la retroalimentación y la forma de evaluar. Los objetos de apoyo, las historias. Bueno, el curso en la plataforma está muy bien, pero me gustaría que hubiera como ejercicios de competencia.*

- *De la plataforma me gustó que es rápida y sin interrupciones. Creo que la plataforma está muy, muy bien, pero creo que algunos conceptos tendrán que ponerse más claros.*
- *Los ejemplos desglosados hacen que se entendiera mejor. La graficadora ayuda mucho y la información que contiene.*
- *De la plataforma me gustó su fácil acceso a los temas. Que venga con citas y aparte las respuestas, así de esa forma es más fácil el conocimiento y más atractivo. Lo más interesante es que es interactiva, tiene ejemplos y ejercicios de autoevaluación.*
- *Lo mejor es que puedas volver a consultar los temas y practicar.*
- *Me gustó cómo está estructurada así como los objetos de apoyo, además que tiene todo ahí, más que lo que se ve en una clase normal. Las historias y las actividades es lo más interesante.*
- *La plataforma es clara, sencilla y útil. Tiene muchos materiales y herramientas útiles y de fácil acceso. Nunca falló el sistema. La seguridad muy buena.*