

**VARIABLES OBSERVADAS EN UNA INTERVENCIÓN CON APOYO DE LA  
TECNOLOGÍA MÓVIL EN TORNO AL CÁLCULO DE VARIAS VARIABLES EN  
UN CONTEXTO UNIVERSITARIO**

**Ruby Cristina Giraldo Calle**

**Investigación para optar al título  
MAGISTER EN INGENIERÍA INFORMÁTICA**

**Asesor: Dr. John Antonio Trujillo Vargas**

**UNIVERSIDAD EAFIT  
Departamento de Informática y Sistemas  
Grupo de Investigación y Desarrollo en Informática Educativa  
2011**

Nota de aceptación \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Presidente del jurado \_\_\_\_\_

Jurado \_\_\_\_\_

Jurado \_\_\_\_\_

Medellín, 1 de diciembre 2011

*El presente trabajo se la dedico a mi esposo e hija que me acompañaron a lo largo del camino, brindándome la fuerza necesaria para continuar y dándome ánimo en los momentos difíciles, así mismo ayudándome en lo que fuera posible. A mi madre por hacer de mí una mejor persona a través de sus consejos, enseñanzas y amor.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*Mi gratitud, principalmente está dirigida al Dios por haberme dado la existencia y permitido llegar al final de este proceso tan importante para mi vida.*

*A mis maestros.*

*Gracias por su tiempo, por su apoyo así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional, en especial: al Doctor Jonh Trujillo Vargas por haber guiado en el desarrollo de este trabajo y llegar a la culminación del mismo pese a los momentos difíciles; al Doctor Pedro Esteban por su acompañamiento y colaboración; al Doctor Helmuth Trefftz por su tiempo y colaboración en la revisión del trabajo.*

## TABLA DE CONTENIDO

<b>RESUMEN.....</b>	<b>10</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>11</b>
<b>CAPITULO 1: ASPECTOS ORIENTADORES DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>15</b>
1.1. Planteamiento del problema.....	15
1.2 Formulación del problema e hipótesis.....	19
1.3 Justificación.....	20
1.4 Objetivos de la Investigación.....	21
1.4.1 Objetivo General.....	21
1.4.2 Objetivos específicos.....	21
1.5 Estado del arte.....	22
<b>CAPITULO 2: MARCO DE REFERENCIA.....</b>	<b>34</b>
2.1 Tecnologías en la educación.....	34
2.1.1 Papel de las TIC en la matemática.....	37
2.2 La resolución de problemas para la Educación en Matemática.....	39
2.3 Formación de conceptos matemáticos mediados con tecnología.....	42
2.4 Teorías del aprendizaje aplicadas al uso de la tecnología móvil.....	44
2.4.1 Teoría de las situaciones didácticas aplicadas a la mediación tecnológica.....	45
2.4.2 Aprendizaje significativo.....	48
2.5 Perspectiva didáctico – pedagógico de la intervención.....	52
2.5.1 Perspectiva del docente.....	55
2.5.2 Perspectiva del estudiante.....	56
2.5.3 El saber como conjunto de conocimientos.....	57

2.5.4 Mediación Tecnológica .....	60
<b>CAPITULO 3: METODOLOGÍA APLICADA EN LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>63</b>
3.1 Enfoque de la Investigación .....	63
3.2. Tipo de Investigación .....	64
3.3. Fases de la Investigación.....	65
3.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de la Información.....	83
3.4.1 La observación. ....	83
3.4.2 El cuestionario .....	84
<b>CAPITULO 4. RESULTADOS .....</b>	<b>86</b>
4.1 Análisis del aspecto cognitivo .....	86
4.2 Análisis de los aspectos procedimentales .....	95
4.3 Análisis de los aspectos actitudinales.....	98
4.4 Una interpretación de las estrategias que se implementan, con el apoyo de las TIC, para el docente y estudiante con respecto a la hipótesis.....	103
4.5 Análisis del significado que se otorga al papel de la herramienta.....	106
4.6 Análisis de resultados frente a los datos de la tabla de variables observadas. ....	107
<b>5. CONCLUSIONES .....</b>	<b>154</b>
<b>6. LISTA DE REFERENCIAS .....</b>	<b>160</b>
<b>7. ANEXOS.....</b>	<b>174</b>
ANEXO 1. GUIA DE OBSERVACIÓN .....	174
ANEXO 2. CUESTIONARIO DE CONOCIMIENTOS MATEMÁTICOS .....	177
ANEXO 3. CUESTIONARIO SOBRE TECNOLOGÍA MÓVIL .....	193

ANEXO 4. CUESTIONARIO SOBRE METODOLOGIA DEL CURSO .....	197
ANEXO 5. EVALUACIÓN INSTITUCIONAL PARA DESEMPEÑO DOCENTE ...	204
ANEXO 6. BASES DE DATOS DE DIRECCIONES WEB PARA TEMAS DE CÁLCULO DE VARIAS VARIABLE .....	209
ANEXO 7. RESULTADO DE NOTA PROMEDIO DE GRUPO EXPERIMENTAL Y GRUPOS CONTROL.....	223

## LISTAS ESPECIALES

<u>Tabla 1. Competencias tecnológicas para la enseñanza según Lowther.</u> .....	36
<u>Tabla 2. Categorías y variables a observar.</u> .....	67
<u>Figura 1. HP iPAQ h5500 Pocket PC de HP.</u> .....	69
<u>Figura 2. Resultados gráficos con objetos del entorno.</u> .....	72
<u>Figura 3. Grupos de trabajo para construir soluciones matemáticas en relación a los objetos del entorno.</u> .....	72
<u>Figura 4. Colaboración a través del foro de EAFIT-Interactiva, en tiempo real, entre el grupo de estudiantes participantes como evento en el que se puede notar el envío de gráficas y archivos de texto para apoyar los procesos de aprendizaje.</u> ..	75
<u>Figura 5. Solución colectiva de un problema de Cálculo de Varias Variables.</u> .....	76
<u>Figura 6. Mapa diseñado por un estudiante del grupo experimental. El mapa es representativo de los realizados por el grupo. Se observa en el las conexiones apropiadas para los conceptos desarrollados que se conectan con el mundo cotidiano.</u> .....	78
<u>Figura 7. Ingreso de parámetros a la ecuación.</u> .....	148
<u>Figura 8. Objeto esférico resultado de una ecuación para ser observado en varias dimensiones.</u> .....	148
<u>Figura 9. Entorno de colaboración.</u> .....	149

<u>Figura 10. Ventana de ingreso de datos, con vista de la ecuación en tres formas, mostrando la figura conocida como la “silla de montar”</u> .....	150
<u>Figura 11. Contexto de la superficie matemática</u> .....	152
<u>ANEXO 1. GUIA DE OBSERVACIÓN</u> .....	174
<u>ANEXO 2. CUESTIONARIO DE CONOCIMIENTOS MATEMÁTICOS</u> .....	177
<u>ANEXO 3. CUESTIONARIO SOBRE TECNOLOGÍA MÓVIL</u> .....	193
<u>ANEXO 4. CUESTIONARIO SOBRE METODOLOGIA DEL CURSO</u> .....	197
<u>ANEXO 5. EVALUACIÓN INSTITUCIONAL PARA DESEMPEÑO DOCENTE</u> ...	204
<u>ANEXO 6. BASES DE DATOS DE DIRECCIONES WEB PARA TEMAS DE CÁLCULO DE VARIAS VARIABLE</u> .....	209
<u>ANEXO 7. RESULTADO DE NOTA PROMEDIO DE GRUPO EXPERIMENTAL Y GRUPOS CONTROL</u> .....	223

## RESUMEN

La relación entre el docente y el estudiante a partir de las interacciones con las nuevas tecnologías móviles está permitiendo cambiar la visión que los diferentes actores adquieren del contenido matemático en contexto, a partir de propiciar nuevos sistemas de representación y construir una relación diferente con los procesos didácticos requeridos para la enseñanza de este saber a nivel universitario (Hill, 2003). En la perspectiva anterior, para fortalecer el aprendizaje del Cálculo de Varias Variables en estudiantes del Programa de Ingeniería se ejecuta en la Universidad EAFIT una intervención, que utiliza la tecnología móvil como instrumento mediador en un ambiente de aprendizaje en el que el sujeto interviene la práctica pedagógica de forma colaborativa con sus pares, a partir del trabajo propuesto por el docente. En este marco de relación pedagógica, la calidad del proceso se ve altamente influenciada por una formación pertinente que conlleva el configurar, desarrollar y evaluar con estudiantes y docentes nuevas situaciones de enseñanza-aprendizaje apoyadas con tecnologías computacionales. Es en este contexto en el que se desarrolla esta propuesta particular de investigación en el programa de Maestría en Ingeniería de la Universidad EAFIT, indagación en la que se siguen enfoques interpretativos que se integran con el diseño cualitativo y cuantitativo, aplicado a un estudio de casos, el cual está referido a una intervención con apoyo de tecnología móvil en torno al Cálculo de Varias Variables, donde los protagonistas son un docente y sus estudiantes.

**PALABRAS CLAVES:** tecnología móvil, intervención, Cálculo de Varias Variables, aprendizaje, variables a observar.

## INTRODUCCIÓN

La interacción con las tecnologías móviles como mediadoras entre docentes y estudiantes, está cambiando la visión que los sujetos tienen de los contenidos y recursos para propiciar aprendizajes en contexto, donde nuevos procesos didácticos hacen presencia para potenciar la comprensión de los objetos de conocimiento en la medida que aparecen diversos sistemas para su representación (Hill, 2003).

En la anterior perspectiva, la enseñanza del Cálculo de Varias Variables en la Universidad EAFIT, plantea la importancia de generar conocimientos a partir de asumir una formación plural e integrada a las demandas que generan las situaciones reales en contexto. Para lograr tal propósito en dicha institución, se propone en el marco de este proyecto investigativo, la utilización de la tecnología móvil como instrumento mediador de ambientes de aprendizaje, en los que el sujeto interviene su propia dinámica de construcción del conocimiento a partir de acciones colaborativas dirigidas y orientadas por el docente (Delgado & García, 2002).

En la propuesta de intervención que desarrolla la presente investigación, el docente configura procedimientos didácticos que propician encuentros entre el sujeto aprendiz y el mediador tecnológico móvil, planteando situaciones de perturbación que requieren una re-asimilación y re-acomodación de los esquemas mentales del conocimiento que se han elaborado con anterioridad alrededor de los conceptos de la matemática (Resnick & Ford, 2000). Así, en la apuesta pedagógica y didáctica implementada con relación a la presente indagación, se busca que los diferentes conflictos se manifiesten al intentar correlacionar los conocimientos que tienen los estudiante con aquellos que provee el entorno con el

cual se interactúa (Pozo, 1995). Es a través de estos procesos de socialización que se busca que el estudiante de Ingeniería de la Universidad EAFIT reconozca sus conceptos erróneos y modifique el significado que de ellos tiene elaborando relaciones específicas con aquellos nuevos conceptos, situación que le demanda el seguir transformando su conocimiento en forma creciente y dinámica hasta configurar una valoración significativa de éste.

En tal sentido, en la intervención se buscó que la configuración didáctica influenciara los procesos de formación a los que se apostaba y la calidad en esta modalidad educativa, a través del desarrollo de los procesos de enseñanza y aprendizaje con los estudiantes en el curso de Cálculo de Varias Variables (Davini, 2002). La calidad a la que se apostó, requirió que el diseño instruccional estuviese orientado por transformaciones didácticas significativas en donde la reproducción de contenido para desarrollar ejercicios no se configuró como el eje nuclear para concretar situaciones de aprendizaje, sino que se decidió el confrontar contenidos en contextos reales que le permitieran al estudiante ser capaz de utilizar sus conocimientos para resolver problemas matemáticos reales y formular soluciones efectivas en relación con el entorno. Esta efectividad se relacionó directamente con el desarrollo de las habilidades cognitivas para llegar a la comprensión de la situación planteada igualmente con la ejecución de las operaciones matemáticas que conllevaran a una solución coherente y a proyectar esas operaciones para alcanzar el logro esperado, lo cual exigía al estudiante ingeniarse desarrollar una construcción de la solución y no simplemente asumir posturas memorísticas (Carr, 2002).

Se hace fundamental anotar que el tipo de intervención desarrollada, implicó un procedimiento de evaluación-valoración capaz de verificar el aprendizaje adquirido. Esto es, a través de los diferentes procesos de análisis de la información adquirida, se logró afinar el proceso y medir el verdadero impacto de lo enseñado en función de la intervención con tecnología móvil (Armella, 2002),

así, de las relaciones que se configuran entre los diferentes actores (docente – estudiante - conocimiento matemático - mediador tecnológico), surgieron patrones, modelos, discursos y procesos que permitieron estructurar el entorno cotidiano como un espacio de aprendizaje activo (Díaz & Barriga, 2001).

En el marco de la anterior propuesta se llevó a cabo el trabajo de investigación que acá concreta su informe final. El primer capítulo plantea y formula el problema de investigación, su justificación, los objetivos que se quieren lograr y una descripción de los proyectos más representativos que a nivel internacional usan computadores móviles para el aprendizaje de las matemáticas en sus diferentes dimensiones. Cada proyecto hace una descripción global de sus metodologías y sus resultados, en los cuales se observa el papel que juegan las tecnologías alrededor de la visualización y la abstracción, vinculadas a procesos de aprendizaje de las matemáticas. También se observan planteamientos que describen la dificultad que tienen los estudiantes con el aprendizaje de las matemáticas y su proyección de la resolución de problemas reales en los contextos cotidianos.

El segundo capítulo describe el marco teórico de referencia de las situaciones necesarias para generar la intervención con apoyo de la tecnología móvil en torno al Cálculo de Varias Variables en el contexto universitario. Se describen allí, los actores más importantes como el docente, el estudiante y la mediación instrumentada, requerimientos de calidad para gestionar el aprendizaje, situación que acompaña los anteriores actores pedagógicos, cuyo proceso es asistido por una metodología de aprendizaje colaborativo, donde intervienen estrategias didácticas y recursos de apoyo como los “*applet*” de java.

En el tercer capítulo se describe la metodología de investigación empleada, haciendo visible el enfoque, el diseño, las técnicas y los instrumentos para la recolección de información.

El cuarto capítulo muestra los resultados de obtenidos en la investigación, donde se analizan los aspectos cognitivos, procedimentales y actitudinales de los estudiantes, teniendo en cuenta las variables observadas, también se da una descripción del uso de las TIC, para el docente y estudiante teniendo en cuenta la pregunta de investigación, además el significado de la herramienta tecnológica utilizada en el proceso de investigación.

Al finalizar el trabajo se expresan las conclusiones y en ellas las consideraciones propuestas a tener en cuenta en futuras apuestas de enseñanza y aprendizaje con tecnología móvil en la educación matemática en el campo del cálculo.

## **CAPITULO 1: ASPECTOS ORIENTADORES DE LA INVESTIGACIÓN**

### 1.1. Planteamiento del problema.

La enseñanza de las matemáticas es una actividad que se ve altamente influenciada por el desarrollo de la lógica matemática que tiene el aprendiz, la cual se requiere para resolver situaciones de conflicto y toma de decisiones. Dicha actividad, en gran parte de nuestras aulas de clase, se convierte en una transmisión verbal de contenidos por parte del docente, con una baja interacción de los estudiantes y poco trabajo mancomunado, lo que redundaría en un bajo desarrollo de competencias efectivas para gestionar la resolución de problemas correlacionados en los contextos cotidianos (Gómez, 1991).

El anterior modelo de enseñanza y aprendizaje, omite los últimos avances tecnológicos que en la actualidad han impactado la forma de trabajo de las personas en los centros de formación y que modifican así el tipo de conducta cuando ésta se ve intervenida por aquellos instrumentos de manera reiterada (Marques, 2004). Para el caso se citan las Pocket PC como tecnologías que han entrado al mercado, a nivel empresarial y educacional, como dispositivos que se presentan como un minicomputador con conexión a Internet, el cual permite implementar nuevas estrategias para desarrollar ambientes de aprendizaje (Guadamuz, 2005).

En Colombia son aún pocas las investigaciones que se encuentran acerca de temas que apunten a la innovación educativa, donde la movilidad y acompañamiento al usuario provean oportunidades claras de intervención e integración con los objetos de estudio en contexto (enseñanza de las matemáticas y su relación con el entorno del aprendiz, para nuestra investigación), situación que es uno de los retos que enfrenta el sistema educativo Colombiano.

A pesar de la preponderancia que vienen ganando las TIC en el campo pedagógico y educativo, se visualiza la falta de apropiación tecnológica por parte del docente y estudiantes en el contexto de la enseñanza-aprendizaje del cálculo, con lo que se genera pobreza en los ambientes de aprendizaje, al igual que insuficiencia de propuestas claras para la enseñanza de las mismas. En este contexto se generan ambientes de aula pasivos y con altos niveles de desmotivación, lo cual resta importancia al posible potencial que la mediación tecnológica ofrece para re-oxigenar los currículos y, a su vez, dinamizar los procesos de enseñanza y procesos de aprendizaje que se dan a nivel universitario (Cabero, 2001).

Bajo el planteamiento de este tipo de escenarios, se hace necesario proyectar la tecnología móvil como una intervención *válida* para mediar procesos de enseñanza-aprendizaje, que a su vez promoviera ambientes colaborativos en torno a las actividades de aprendizaje y mejorar la visualización y comprensión de las situaciones planteadas. Con base en esta afirmación, se fundamentó la investigación, orientada hacia el tipo de aporte que la tecnología móvil podía hacer como herramienta para desplegar información y como mediador para la construcción de conocimiento en los contextos de la educación matemática (García, 2007).

Indagaciones en este sentido, permitirán reconocer la modificación que docente y estudiantes presentan frente al saber que tienen sobre los contenidos matemáticos y el tipo de estrategias didácticas que posibilita con el apoyo de la tecnología la formación en matemática. Además, permitirán la valoración de los tipos y características de estas herramientas computacionales, sus usos en la enseñanza, aprendizajes y las posturas de los profesores al utilizar estos ambientes tecnológicos (Ministerio de Educación Nacional, 1999).

Si bien, consideraciones como las anteriores han de ser necesarias en un reconocimiento del trabajo con tecnología móvil, se requieren argumentos pedagógicos y didácticos para caracterizar su uso académico. Al respecto un primer planteamiento implica, para el caso de la educación matemática, lograr que los ejemplos situacionales y objétales abarquen las dimensiones necesarias que permitan que el estudiante vea reflejado en forma completa el grupo de subconceptos que configuran el concepto global, el cual se asociará a su vez a la ecuación o función que se analiza (Turegano, 2006).

Los antecedentes dejan ver en la formulación del problema, cómo durante los anteriores procesos de enseñanza y aprendizaje se requiere de un acompañamiento consistente por parte de los docentes, especialmente en las actividades extracurriculares que deben realizar los estudiantes con el apoyo a la solución de dudas teórico-prácticas. Esta práctica según se muestra en la teoría social existente se puede realizar de dos formas: la primera, presencial, pero sujeto a un espacio y tiempo fijo, que en algunos casos no son de total disponibilidad por parte de los estudiantes o del docente. La segunda, no presencial, donde las herramientas de comunicación en red, sincrónicas o asincrónicas, cobran importancia como mediadoras del proceso de intercambio comunicativo (Brousseau, 2002).

En este horizonte el trabajo realizado con los estudiantes de ingeniería de la Universidad EAFIT, requiere de una intervención, capaz de movilizar pensamientos significativos, acompañados de ambientes y situaciones que exijan de los estudiantes el utilizar todas sus habilidades para reconocer los conceptos asociados del Cálculo de Varias Variables en la construcción de los aprendizajes. Se busca con este tipo de situaciones que sirvan de anclaje en el tiempo y mantengan conexiones contextualizadas, de forma que acompañen las dimensiones pedagógicas hacia una mejor representación de aquello que han

aprendido acerca del Cálculo (de Varias Variables) y su valoración (Mauri & Sanmartín, 2000).

Estimando los anteriores aspectos, el presente proyecto se desarrolla en un ambiente en el que se implementa una intervención con apoyo de la tecnología móvil en torno al Cálculo de Varias Variables. Por ello, surge una apuesta para que lo que sucede en los salones de clase no sea descontextualizado de la cotidianidad, para dar al estudiante la posibilidad de formar estructuras mentales sobre un proceso real que se va incrementado o modificado y propiciar que la transferencia del conocimiento adquirido se vea reflejada en situaciones tangibles distintas en las que el estudiante aprende. En este sentido, la enseñanza de las matemáticas no puede limitarse a emitir contenidos y resolver problemas (teóricos) propuestos, en cambio orientar a que los estudiantes se pregunten acerca del tipo de situaciones son capaces de resolver con el apoyo de los instrumentos informáticos (Orozco & Labrador, 2007).

Se hace necesario también, que la intervención incluya, además, una gama de actividades lúdicas seleccionadas con criterios pedagógicos útiles para hacer más amena las clases de matemática desde los contenidos (Pérez, 2003). Se propone la construcción de mapas conceptuales que hagan explícitas las relaciones que se modelan (Aguilar, 2006), resolución de problemas en contexto, debates en foros virtuales, modelación de objetos del entorno desde la Pocket PC, de una forma que cada estudiante logre asimilar de sus errores y asumirlos como una situación más de aprendizaje (Astolfi, 2001).

La anterior apuesta implica que el estudiante sea capaz de comprender porqué es importante el análisis y solución de problemas de cálculo de manera contextualizada a situaciones significativas en el mundo real. Para ello la acción didáctica demanda que los estudiantes realicen diversas actividades paralelas como: cuantificar información, dimensionar espacios, ubicar eventos en marcos de

referencia, organizar y analizar datos, realizar cálculos, establecer relaciones y funciones matemáticas, resolver ecuaciones, aplicar procedimientos y desarrollar criterios. Con ello se busca lograr configurar un verdadero desarrollo cognitivo en el proceso de formación y capacitación de los estudiantes (Delgado, 2001).

De los aspectos anteriores surge entonces, la necesidad de formular variables observables, eje central del trabajo. Esto indica, que se limita a una formulación que valide la apropiación de saberes y prácticas de Cálculo de Varias Variables por parte de estudiantes adscritos a programas de Ingeniería de la Universidad EAFIT, apoyado de la tecnología móvil.

## 1.2 Formulación del problema e hipótesis.

A partir de los anteriores elementos es posible plantear como pregunta central de investigación la siguiente:

¿Cómo se mejora la calidad de las intervenciones para generar aprendizajes en los estudiantes de la asignatura de Cálculo de Varias Variables de las carreras de ingeniería de la Universidad EAFIT, con una intervención apoyada en tecnología móvil?

Este interrogante se prevé sea resuelto con la demostración o tratamiento de la siguiente hipótesis de trabajo:

Los estudiantes de la asignatura de Cálculo de Varias Variables, de las carreras de ingeniería de la Universidad EAFIT, al lograr una adecuada representación gráfica de las funciones matemáticas que intervienen en el aprendizaje del Cálculo de Varias Variables, sustentadas con mediaciones didácticas en tecnología móvil,

mejoran la comprensión de los conceptos involucrados y se incrementa la calidad de sus aprendizajes.

### 1.3 Justificación

En la educación matemática actual y en el marco de los nuevos escenarios que involucra la comunicación y la tecnología, se tiene la necesidad de rediseñar el currículum y la didáctica de enseñanza, a partir de un nuevo rol que plantea la mediación de herramientas tecnológicas a los docentes de estas áreas, al requerirse interactuar con los estudiantes a través de problemas contextualizados que hagan explícitos los saberes matemáticos. Lo anterior implica la configuración de actividades significativas en las cuales los estudiantes aprovechen las características de estos medios y su potencial para apoyar nuevas maneras de enseñanza y aprendizaje.

La elaboración de este trabajo intenta responder a ese tipo de requerimientos, a partir de una intervención donde se procura mostrar cómo los estudiantes de la asignatura de Cálculo de Varias Variables de las carreras de ingeniería de la Universidad EAFIT, al lograr una adecuada representación gráfica de las funciones matemáticas que intervienen en el aprendizaje del Cálculo, apoyados con tecnología móvil, mejoran la comprensión de los conceptos involucrados e incrementan la calidad del aprendizajes.

La incorporación de tecnologías para potenciar el aprendizaje de la matemática en particular, y cualquier otro conocimiento en general, tiene el reto de apoyar la construcción de conocimientos significativos. Por ello, la tendencia social actual de incorporar las tecnologías de la información y la comunicación a la educación a nivel nacional, donde se realizan esfuerzos permanentes para apoyar procesos de construcción y formulación de lineamientos matemáticos para la incorporación de

tecnologías al currículo de matemática, profundizando sobre la didáctica de las matemáticas y reflexionando sobre los cambios, impactos e implicaciones pedagógicas, fomentadas desde el Ministerio de Educación Nacional de Colombia.

#### 1.4 Objetivos de la Investigación

Las interrogantes que hemos planteado nos inducen a perseguir los siguientes objetivos en esta investigación.

##### 1.4.1 Objetivo General

Validar una intervención con tecnología móvil para la asignatura de Cálculo de Varias Variables de ingenierías, que permita visualizar los elementos y situaciones que propician significado en los aprendizajes logrados por los estudiantes.

##### 1.4.2 Objetivos específicos

- Validación de una propuesta de intervención, con la mediación de tecnología móvil a través del software 3D-Universal, para la enseñanza de Cálculo de Varias Variables en las carreras de ingeniería de la Universidad EAFIT.
- Definir las variables a observar capaces de caracterizar el aprendizaje de los estudiantes cuando se emplean aplicativos de apoyo, como el software 3D-Universal instalado en la tecnología móvil disponible de manera específica a la asignatura de Cálculo de Varias Variables de la Universidad EAFIT.

## 1.5 Estado del arte

Los dispositivos computacionales con el apoyo de las redes informáticas han generado nuevas formas de comunicación entre docentes y estudiantes. Se puede afirmar que las tecnologías de la información y la comunicación han potenciado la configuración de nuevos escenarios académicos diferenciados para facilitar la intervención con los objetos de conocimiento, situación que amplía las posibilidades de gestionar procesos de aprendizaje (Chacon, 2007).

Desde el inicio del siglo XXI se vienen desarrollando proyectos educativos cuyo recurso tecnológico son los dispositivos móviles, que apuntan a atender la movilidad espacial de los estudiantes y proveer mayor comodidad ante las acciones de aprender y enseñar. En este sentido se reconoce el proyecto de Realidad Aumentada de la Escuela Superior de Ingeniería de Bilbao, ejecutado en el año 2001. Este proyecto utilizó las Pocket PC para proporcionar movilidad en el entorno, utilizando una diadema con cámara para capturar y visualizar las imágenes en 2D y 3D de objetos matemáticos, además, los estudiantes tenían la posibilidad de explorar de manera integral las figuras complejas, permitiendo de esta manera que el cerebro genere reconocimiento de ubicuidad en contexto. Los resultados de aprendizaje que se perciben en los estudiantes fueron positivos, en la medida que esta forma de visualización implicó que el discente activara otras formas de asociar y representar información con su entorno de manera significativa, lo que además facilitó los procesos de comprensión de los conceptos y su correlación con las estructuras cognitivas de los estudiantes (Basogain, Espinosa, Roueche, & Olabe, 2003).

En Colombia, la Universidad EAFIT, desarrolló también un proyecto de realidad aumentada desde el Laboratorio de Realidad Virtual. Este, desarrolló un espacio para la comprensión de conceptos del Cálculo en Varias Variables a partir de la creación de un objeto virtual, similar a un objeto real, permitiendo así un aprendizaje matemático de lo enseñado, empleando como herramienta

computadores portátiles. Principalmente la idea esencial de la realidad aumentada era mostrar a los estudiantes a través de un software especializado y unas gafas especiales, gráficas matemáticas en 3D sobre un ambiente en tiempo real que pudiera ser vistas en todos sus lados al movimiento de la cabeza del estudiante o docente, de modo que las gráficas mostraran sus dimensiones correctas (Esteban, Restrepo, Trefftz, Jaramillo & Álvarez, 2004).

Siguiendo con proyectos en el ámbito de educación superior se encuentra en Suramérica la propuesta AMERICA@UTN llevada a cabo por la Universidad Tecnológica Nacional de Argentina, la cual viene desarrollándose desde 2004. En ésta se apoya el aprendizaje en una plataforma virtual que cuenta con material didáctico, que interactúa con medios y recursos tecnológicos móviles, especialmente en Pocket PC y Smart Phones, por ello el objetivo principal del proyecto es el de mejorar y modificar la práctica docente y el aprendizaje de los estudiantes de la asignatura Electrónica I, empleando estrategias de trabajo virtual geográficamente distribuido para potenciar el trabajo colaborativo, esto ha permitido atender problemas reales del entorno y modificar los esquemas mentales en la modelación de circuitos electrónicos, teniendo en cuenta los conceptos formadores (Cukierman & Aijenbona, 2005).

También en la Universidad Tecnológica Nacional de Argentina, se desarrolla el proyecto m2-learning: Matemática y Movilidad, cuyo objetivo principal es el uso de celulares e Internet para el apoyo de la enseñanza de las matemáticas a nivel preuniversitario, mitigando de esta manera el déficit de conocimiento que se presenta en dicho tema, utilizando específicamente el sistema de mensajería de texto SMS de los teléfonos móviles. En este trabajo con el apoyo de Internet desde una PC convencional, se valora sí la causa determinante del diferencial de aprendizaje radica en la didáctica que parte de la innovación docente (cambio metodológico) y en qué medida ésta depende directamente del uso de la tecnología móvil (celulares). Se analiza además en el proyecto el beneficio de

utilizar el teléfono o Internet en una determinada tarea de enseñanza. El resultado de la investigación se ve reflejado en las mejores prácticas para el uso de celulares con mensajes de texto e Internet, bajo un diseño instruccional de contenidos que garantiza la efectividad del proyecto, el cual permite el mejoramiento de la calidad del aprendizaje en los estudiantes que ingresan a la universidad (Cukierman & Rozenhauz, 2006).

En Colombia, la Universidad Javeriana, utiliza las Tablet PC, para la enseñanza de Circuitos Lógicos (Pontificia Universidad Javeriana. Proyecto HP). En esta propuesta se muestra el uso de metodologías didácticas que permiten la interacción rápida entre los miembros del grupo, la flexibilización de la recolección de la información y el almacenamiento de los diagramas, bloques o mapas que los estudiantes realizan; se muestra en esta perspectiva como las mencionadas estrategias favorecen la construcción colectiva de aprendizajes y mejoran la conciencia de logros y debilidades individuales en el aprendizaje.

En Chile la Universidad Bio Bio desarrolló el proyecto “Las PDA en educación y su utilización en el aprendizaje de la geometría”. Este consistió en la implementación de las PDA (Asistente personal digital) con acceso a Internet en la clase de geometría, para estimular el aprendizaje colaborativo y crear un nuevo ambiente entre los estudiantes y el docente. El estudiante interactúa con el software Cabri y alternadamente utiliza regla y compas, para desarrollar las actividades propuestas y así poder compartir información entre los grupos de trabajo que están en el salón de clase, el docente diseña situaciones donde los resultados obtenidos corroboraban la realidad del entorno y así poder entre todos formular preguntas, dudas y generar conclusiones. Al finalizar la clase el docente crea un resumen que sube a Internet, para que desde la PDA el estudiante tenga acceso y lo pueda imprimir. Los estudiantes se veían muy motivados por la nueva metodología y adquirirían mayor compromiso con el aprendizaje, una mejor y efectiva

colaboración, un mayor incremento en la autonomía de las lecciones, cuando usaban los computadores portátiles (Opazo, 2005).

Otro antecedente de la Pontificia Universidad Católica de Chile, se evidencia en la utilización en educación media de las “Personal Digital Assistant” (PDAs) para la enseñanza de la física y las matemáticas. Este proyecto promueve la preparación de los estudiantes de la media para ingresar a los diferentes establecimientos de educación superior. Su estrategia principal parte de una base de datos de más de mil problemas para resolver en el contexto de los contenidos desarrollados, con el apoyo de las Pocket PC en forma colaborativa. La capacitación a los docentes y la transformación didáctica, giran en torno a los aprendizajes de las matemáticas y las físicas (Nussbaum, Rodríguez & López, 2004).

La mayoría de estos proyectos que involucran tecnología móvil surgen de la preocupación de la preparación de los estudiantes para ingresar a la universidad. En este sentido, estas tecnologías han demostrado que pueden configurarse en una excelente estrategia académica para desarrollen habilidades del pensamiento de orden superior, siempre y cuando sean estimulados a lo largo del tiempo para lograr tener unas relaciones coherentes y significativas con su entorno de intervención.

En ese sentido el proyecto Enlace móvil de la Universidad Pontificia Católica de Chile ha utilizado la tecnología móvil como medio natural de aprendizaje al servicio de problemas de cobertura y mejoramiento de la calidad de la educación en los diferentes sectores del aprendizaje (Pontificia Universidad Católica de Chile, 2006). Diferentes áreas del saber fueron retomadas desde una metodología de trabajo colaborativo, a partir de diferentes actividades académicas mediadas con los PDAs enlazadas a una plataforma virtual, propiciando ambientes de conocimiento para los diferentes estilos de aprendizaje, potenciando las

habilidades comunicativas y acciones de resolución de problemas de manera colectiva.

La Universidad del Norte, en Colombia, emprende en el 2006 un proyecto que incorpora tecnología computacional convencional para las asignaturas de Cálculo Diferencial y Estadística Descriptiva con los estudiantes del ciclo básico de ingeniería. Los sistemas de representación mediados por instrumentos materiales o simbólicos, apoyan o median la cognición para desarrollar procesos y pensamientos matemáticos, todo ello para favorecer el rigor que dichas asignaturas tienen en la Universidad. En la propuesta desde el software *Derive* y *Statgraphics* se proponen casos prácticos para desarrollar los diversos conceptos formadores. Cabe rescatar que el grupo experimental obtuvo un leve mejoramiento de su desempeño académico en comparación con el grupo control que recibió enseñanza tradicional (Trujillo, Llinás, Obeso & Rojas 2006).

En la anterior Universidad mencionada, se desarrolló el proyecto de enseñanza basados en estrategias ABP (Aprendizaje Basado en Problemas) mediado con tecnología móvil como recurso pedagógico para el desarrollo de las competencias matemáticas en resolución de problemas: Un caso con la adición de números enteros negativos. En esta investigación el estudiante debe asumirse como el principal protagonista del su aprendizaje, desde una estrategia metodológica que propiciaba el desarrollo de la competencia de resolución de problemas, aprender ha aprender y procesos metacognitivos desde el caso con números enteros negativos, por eso el estudiante debía centrarse en la tarea y resolverla desde su dispositivo móvil, construyendo su propio aprendizaje, buscando ayuda en otros estudiantes, esto indicó que debió enfrentarse a una nueva situación, porque debía generar resultados y analizarlos desde diferentes aplicaciones. El ABP fue uno de los pilares del trabajo por ser una técnica didáctica que fomentaba la autonomía, el aprendizaje colaborativo y la habilidad de resolver problemas en contexto (Domínguez, Matos, Castro, Molina, Gómez, 2010).

El proyecto Edumóvil de la Universidad Tecnológica de la Mixteca en México, trabaja especialmente con niños/as a nivel de primaria la tecnología móvil para procesos de enseñanza-aprendizaje en forma individual y en forma colectiva. Las áreas que se fortalecen son matemática, lenguaje, ciencias naturales e historia, en las cuales las actividades escolares se desarrollan en forma colaborativa, especialmente empleando las Pocket PC, como herramienta didáctica que se usa en un ambiente de aprendizaje en el que se permite una libre movilidad del niño en el salón de clase para el trabajo colaborativo. El trabajo muestra como con esta herramienta la concentración y la atención mejoraron notablemente, lográndose en el proceso didáctico mediado por Pocket PC, favorecer la detección más fácilmente de los problemas de aprendizaje. En la propuesta el desplazarse para intercambiar aprendizajes y propiciar el trabajo colaborativo se convierte en la metodología base para auto gestionar situaciones de aprendizaje (Aquino, González& Calvo, 2006).

En Europa existe un proyecto llamado SCIENTIX (Comunidad de la ciencias de la educación en Europa) llevado a cabo por la European Schoolnet (EUN) un consorcio sin ánimo de lucro creado en 1997 y que está compuesto por más de treinta ministerios de Educación de toda Europa. A través de esta plataforma se pueden encontrar materiales didácticos de la web 2.0, conclusiones de investigaciones y documentos de los proyectos de enseñanza de ciencias en 23 idiomas, que son financiados por la Unión Europea y por distintas administraciones nacionales. Es una comunidad abierta a profesores, estudiantes, investigadores y responsables interesados en la Educación de las Matemáticas y las Ciencias, donde además se puede encontrar un repositorio de recursos para el aula y documentos de orientación de las políticas educativas vigentes; se puede además, compartir experiencias con otros profesores de la Unión Europea mediante foros, como también recibir o compartir noticias. Su intención principal es

la de convertirse en una plataforma que contribuya y participe en la construcción de conocimiento a nivel de secundaria avanzada y universitaria.

Desde el anterior proyecto, se desprenden varias investigaciones que ya pasaron, unas están vigentes y otras serán implementados en pocos meses, para este proyecto de investigación en particular se describen las siguientes que están relacionadas:

- INGENIOUS: el organismo europeo de coordinación de matemáticas, ciencias y tecnología (BCE).

El objetivo general del proyecto es aumentar el interés de los jóvenes en el uso de las matemáticas, ciencias y tecnología (MCT) para reforzar los vínculos entre la educación tecnología y superior, en fortalecimiento de sector público y privado industrial. El proyecto tiene como propósito mejorar el aprendizaje de las matemáticas, ciencias y tecnología para aumentar la conciencia de la innovación en la enseñanza de las ciencias y el aprendizaje empleado dispositivos móviles o de escritorio, para ingresar a los recursos de la plataforma, esto permite compartir información entre estudiantes y maestros. Además, preparar para los empleos de alta cualificación que serán 20 millones y de media cualificación que serán 30 millones para el 2020 en toda Europa.

Ingenious desarrollará un depósito de contenidos, planes de estudio y prácticas para difundir y estimular las buenas prácticas en matemáticas, ciencias y tecnología, en las más de 1000 escuelas y secundarias, en cooperación con los maestros de los países de Austria, Bélgica, República Checa, Dinamarca, Estonia, Finlandia, Alemania, Portugal, España, Suecia, Suiza, Reino Unido. El proyecto será implementado desde el mes de septiembre de 2011 y finalizará en el 2014, tiempo en el cual se analizará si los estudiantes tienen las suficientes fortalezas en las matemáticas, ciencias y tecnología.

- COMPASS: estrategias de resolución común de problemas como los vínculos entre las matemáticas y las ciencias.

El objetivo de COMPASS es proporcionar a los profesores material didáctico interdisciplinario que unen a las matemáticas y la ciencia desde su sitio web. Esto está enfocado básicamente en analizar y discutir los problemas matemáticos y como se pueden resolver desde la vida cotidiana, por lo tanto fomenta el deseo de aprender, analizar, aplicar y desarrollar nuevos conceptos en los jóvenes para que perduren a lo largo de sus vidas, desde los materiales educativos que se desarrollan en ciclos iterativos, basados en investigación pedagógica, aplicación efectiva y evaluación de los maestros, para ello cada estudiante tiene a su disposición un computador para interactuar con los materiales bajo la asesoría del maestro. El proyecto fue lanzado en el año de 2009 y finaliza en el año 2011, cuya finalidad era aumentar el interés por las disciplinas científicas, para educar a la población para que contribuyan a la sociedad del conocimiento.

- FICTUP: Fomentar la utilización de las TIC en las prácticas pedagógicas.

FICTUP es proyecto Auperel (Análisis de los usos pedagógicos de los recursos on-line), que desarrolla material educativo innovador utilizando la información y comunicación para secundaria avanzada y preuniversitaria, combinado un proceso de tutoría para aquellos docentes que no tienen las habilidades necesarias para el uso de estos medios. Un caso, es el uso del software GeoGebra, herramienta para trabajar geometría dinámica y hoja de cálculo, para la secundaria superior de Francia en la enseñanza de las matemáticas. Este proyecto se desarrolla en una actividad de cinco horas llevado a cabo una vez por semana con el objetivo de ilustrar, observar, tomar iniciativas, especular y discutir sobre los resultados de los ejercicios del plan de estudios de matemáticas. Los materiales de capacitación fueron desarrollados en conjunto con profesores expertos, investigadores y un

maestro que no tenía experiencia en el uso de las TIC, se aplicó desde el año de 2008 a 2010 en los países de Finlandia, Francia, Hungría, Italia, pero FICTUP aún continua realizando proyectos desde otras áreas del saber.

- ITEMS: Mejorar la formación en matemáticas y ciencias.

El proyecto ITEMS desarrollo un marco educativo para mejorar el nivel de la ciencia y la enseñanza de las matemáticas y el aprendizaje mediante la mejora de las habilidades de enseñanza que tiene como objetivo aumentar el éxito de los estudiantes y el interés por la ciencia y las matemáticas en los estudiantes. Para este propósito se diseñó un módulo en línea en moodle, donde se encontraban las actividades, ejemplos a desarrollar, las mediciones de impacto y la evaluación de la calidad del proyecto en un entorno de acceso abierto, así como el intercambio de información científica. El proyecto se desarrolló en Bélgica, Alemania, Irlanda, Eslovenia y España en los años 2008 y 2010.

- ETWINNING: La comunidad de las escuelas en Europa.

La comunidad ETWINNING fue lanzada en 2005 como la acción principal del Programa e-Learning de la Comisión Europea, ofrece a los profesores de las escuelas de toda Europa la oportunidad y las herramientas de colaboración en las matemáticas, la ciencia y la tecnología de los proyectos de educación. ETWINNING promueve la colaboración entre las escuelas europeas a través del uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), ofreciendo una amplia gama de recursos y proyectos para enriquecer el aprendizaje y llevarlo más allá de las paredes del aula en la vida real, fomentando nuevos intereses y pasiones de los estudiantes, el kit de matemática específicamente contiene recursos y software gratis para la ejecución de los temas propuestos y actividades lúdicas con aplicación al mundo real. La comunidad proporciona soporte técnico, herramientas y servicios para hacer más fácil a los centros educativos utilizar los

servicios a corto o largo plazo en cualquier materia, y por lo tanto para mejorar y desarrollar las prácticas docentes y la educación en Europa. El proyecto aún vigente se desarrolla en Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, República Checa, Dinamarca, Estonia, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Hungría, Islandia, Irlanda, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Países Bajos, Noruega, Polonia, Portugal, Rumania, Eslovaquia, Eslovenia, España, Suecia, Suiza, Reino Unido.

- FIBONACCI: La difusión de la ciencia basada en la investigación y la enseñanza de las matemáticas en Europa.

El proyecto Fibonacci se desarrolla con estrategia de alfabetización científica y conocimiento de las matemáticas, en un esfuerzo por promover las carreras científicas en Europa. Este se basa en la indagación y didáctica de las matemáticas, como método de aprendizaje significativo que mejora el interés de los estudiantes, puesto que se basa en el reconocimiento de conceptos fundamentales en la resolución de problemas desde los materiales educativos disponibles, que permiten además colaboración entre docente y estudiantes a partir de la plataforma de comunicación, esto ha promovido nuevos métodos de enseñanza y mejoras en el currículo de las matemáticas. Los gestores del proyecto incluyen una evaluación externa para verificar el impacto del proyecto en los países participante que son, Austria, Bélgica, Bulgaria, Dinamarca, Estonia, Finlandia, Francia, Alemania Grecia, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Países Bajos, Polonia, Portugal, Rumania, Serbia, Eslovaquia, Eslovenia, España, Suecia, Suiza, Turquía, Reino Unido, el proyecto comienza desde el año 2010 y finaliza el 2013, año en que se evaluara el impacto del proyecto.

- PRIMAS: promover la investigación en educación matemática y científica en toda Europa.

PRIMAS tiene como objetivo cambiar la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas y la ciencia en Europa, mediante el apoyo a los profesores para desarrollar el aprendizaje basado en la investigación, desde experiencias científicas de primera mano. El proyecto ofrece material desde su plataforma para la formación y estrategias de aprendizaje basadas en la investigación matemática, para aprender de sus errores, promover el aprendizaje autónomo, cooperación, generar transversalidad de conocimientos y acumulación de saberes, esto lleva al estudiante a un nivel de conocimiento avanzado, que cierra la brecha entre investigadores docentes y estudiantes. El proyecto fue implementado en el año 2010 y cierra en el 2013, dependiendo de los resultados se puede seguir implementado en más países, por lo pronto se está desarrollando en Chipre, Dinamarca, Alemania, Hungría, Malta, Países Bajos, Noruega, Rumania, Eslovaquia, España, Suiza, Reino Unido.

- INNOMATHED: Innovaciones en la educación matemática en el nivel europeo.

InnoMathEd tiene como objetivo desarrollar las competencias de los estudiantes universitarios y la clave de su capacidad para utilizar las TIC para los procesos de aprendizaje en matemáticas. InnoMathEd cree que los alumnos deben tener la oportunidad de desarrollar la comprensión matemática profunda y adquirir las competencias clave que son esenciales para el aprendizaje permanente, y al uso de las TIC, especialmente las matemáticas dinámicas, los procesos de aprendizaje individual y cooperativo. A estos efectos InnoMathEd desarrolla material educativo y utiliza herramientas matemáticas freeware y medios impresos, además prueba, evalúa y difunde conceptos didácticos, metodologías y entornos innovadores que centran al estudiantes en el aprendizaje activo, la auto-responsabilidad y de exploración. El proyecto fue implementado en el año de 2008 y finalizó en el año 2010 en universidades e institutos de matemática en Austria, Bulgaria, Chipre, República Checa, Alemania, Italia, Noruega, Reino Unido.

La tecnología móvil responde a resultados esperados en diferentes proyectos educativos. Lo anterior no quiere decir que este tipo de proyectos sean desarrollados sólo a nombre de Instituciones Educativas, sino que también existen profesionales independientes interesados en la formación académica, como el profesor Reynaldo Alirio Ramos, quien desarrolló en Java una aplicación llamada Software Queen Magic Language para el aprendizaje de diversos temas matemáticos y especialmente diseñado para utilizar Pocket PC. Es relevante mencionar que los tutoriales para usar esta aplicación se encuentran en Internet, igualmente el software se puede bajar directamente de la red, con lo que se espera que los docentes de matemáticas hagan uso efectivo de esta herramienta en la clase (Ramírez, 2004).

Todas las experiencias anteriores, desde sus resultados de investigación han demostrado que el uso de tecnología móvil potencia mejoras en los procesos de formación (Fuentes & García, 2007). Estas mejoras se han logrado al combinar el diseño de las estrategias didácticas con la tecnología, empleando sistemas de representación que modelen el conocimiento y se enfoquen al mundo real, donde lo aprendido cobra sentido al adquirir significado para los estudiantes (Barriga & Hernández, 2002). Desde esta perspectiva, la mejora en la calidad de los procesos de formación surge de los resultados de los diferentes proyectos desarrollados para incrementar los niveles de lógica matemática y resolución de problemas en los estudiantes. Comenzando desde edades tempranas, estos esfuerzos en su mayoría se ven reflejados en la educación superior, donde se requiere que los estudiantes desarrollen las competencias matemáticas básicas y específicas, para garantizar una formación en educación superior con indicadores de alta calidad (Porras, 2008).

## **CAPITULO 2: MARCO DE REFERENCIA**

### **2.1 Tecnologías en la educación**

En la era de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) es esencial aplicar estas herramientas al contexto educativo para poder explicar conceptos, así como también facilitar la interacción del estudiante con los temas por aprender, involucrándolo más en el proceso educativo (Chacón, 2007). Particularmente, en el área de las matemáticas, las computadoras representan un gran apoyo en la enseñanza, ayudando no simplemente a graficar ecuaciones y resolver operaciones largas, sino que también han permitido elaborar modelos de situaciones que contienen una enorme riqueza matemática para dar cumplimiento a algunas condiciones pedagógicas que involucran el desarrollo de un aprendizaje significativo aplicable en situaciones problema, pues el docente en nuestros días debe afrontar una nueva labor que consiste en mantener una actitud abierta a la gran cantidad de acontecimientos e informaciones que se producen a su alrededor (Díaz & Hernández, 2002).

De esta forma, los dispositivos computacionales no son herramientas mágicas, pero sí mediadoras poderosas para el mejoramiento de la educación (Balcucho & Bolívar, 2007). Es decir, es importante que los docentes diseñen situaciones, unidades didácticas con la integración de estas tecnologías, para estructurar contenidos que sean una guía eficaz de aprendizaje y que apunten a facilitar la comprensión de la complejidad que implica la enseñanza de las matemáticas, involucrando estas tecnologías en las actividades, tareas y estrategias de integración con la alfabetización y competencia tecnológica (Marques, 2010).

La alfabetización y la competencia tecnológica no pueden dejar de lado aspectos como el lenguaje, el aprendizaje, el conocimiento y la cultura. En este sentido, los estudiantes deben apropiarse de los conocimientos para construir habilidades que

les permita relacionarse con las tecnologías como medio para despertar el interés, mantener la motivación y la participación activa en el proceso de enseñanza-aprendizaje y vayan formado al estudiante para que se apropie y se responsabilice de su proceso formativo. Es importante también, que los estudiantes y el docente se sientan confiados de su habilidad para adaptarse al uso de la tecnología, conociendo un marco de referencia tecnológica básico que permita saber porqué está haciendo lo que hace y como lo influye desde la cognición (Romero & García, 2007).

Desde la anterior perspectiva (Lowther, 2000) nos muestra el siguiente cuadro de competencias tecnológicas para la enseñanza con mediación tecnológica:

Componente	Descripción
Más allá de la alfabetización tecnológica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alfabetización tecnológica (como operar con un ordenador)</li> <li>• Competencia tecnológica (como usar el computador como herramienta de aprendizaje y enseñanza)</li> </ul>
Comprender las relaciones entre las funciones básicas del computador y el aprendizaje del docente (desarrollo de la competencia tecnológica)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de las funciones básicas del ordenador (ordenar, calcular, creación de tablas, de gráficos, imágenes, búsquedas, etc.)</li> <li>• Relacionar las funciones con los objetivos deseados para con los alumnos</li> <li>• Utilizar la función para procesar la información y con ello intensificar el aprendizaje</li> </ul>

Comprender cuándo y cómo crear ambientes para el uso tecnológico efectivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar cuándo es apropiado integrar tecnología</li> <li>• Determinar los métodos apropiados de integración</li> <li>• Determinar cómo crear en la clase una cultura que resulte positivo para el logro de los objetivos actitudinales y cognitivos</li> </ul>
---	--

*Tabla 1. Competencias tecnológicas para la enseñanza según Lowther.*

Del anterior cuadro se puede extraer que las TIC pueden apoyar el objetivo de aumentar los conocimientos y las habilidades básicas de los estudiantes, al convertir los contenidos científicos en objetos de enseñanza, es decir, las mismas son una herramienta de apoyo para gestionar situaciones de transposición didáctica (Astolfi, 2001). Esto es, las TIC permiten el fortalecimiento de las capacidades intelectuales de orden superior: la creatividad y la capacidad investigadora como “herramientas de la mente”. Ellas son vestigios de una manifestación más evidente y acelerada del creciente proceso de informatización de la sociedad para convertir el conocimiento científico en aprendizaje más práctico, donde el estudiante emplea tecnologías que recrean objetos de conocimiento como los del campo de las matemáticas, para la propia productividad y para la utilidad de los saberes en la vida cotidiana (Jonassen, 2004).

El sistema educativo requiere promover un modelo del uso de la computadora con un objetivo principal, el aprendizaje (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 1999). En este sentido, se requiere promover el uso de las TIC para que el estudiante adquiera un nivel de conocimientos informáticos para su estudio, para fortalecer y enriquecer el nivel de los contenidos, para representar sistemas simbólicos de información en la formación de los conceptos, para favorecer trabajo colaborativo y el intercambio de información entre los mismos estudiantes y entre

los propios docentes, entre muchas otras razones. En la anterior perspectiva se convoca a un cambio del modelo pedagógico en el que un nuevo paradigma en la educación, posibilite el que las nuevas tecnologías creen espacios de autonomía e independencia para el desarrollo de la enseñanza y el aprendizaje de los saberes (Litwin, 2000).

### 2.1.1 Papel de las TIC en la matemática

La tecnología ofrece la oportunidad para que se consolide no solamente una nueva visión del contenido matemático, sino también nuevas visiones acerca de las relaciones didácticas y del papel de los diversos agentes didácticos en el proceso de la construcción del conocimiento matemático por parte del estudiante. En este sentido, la tecnología (móvil) puede convertirse en un elemento nuclear de la estructura didáctica con funciones explícitas e importantes para el funcionamiento del sistema integral (De la Rosa, 2001).

La utilización de la tecnología permite el manejo dinámico de múltiples estilos de representación de los objetos matemáticos (Moreno & Rojano, 2000). Esta es una de sus características relevantes desde el punto de vista del aprendizaje de las matemáticas. Los modelos de representación son un aspecto fundamental de la comprensión que logra el sujeto acerca de los objetos matemáticos, porque la representación provee un conjunto de símbolos que se manipulan de acuerdo con reglas que permiten identificar o crear caracteres, operar con ellos y determinar relaciones para proporcionar la comprensión que se requiere cuando se realizan tareas que tienen que ver con esos objetos, lo que además, permite hacer un seguimiento alrededor de la formación de los conceptos, haciendo visibles los agentes que los forman y su cercanía a situaciones u objetos de la vida cotidiana del aprendiz. Así, cuando se utiliza la tecnología de manera significativa, propiciando que los estudiantes manipulen los objetos matemáticos y creen relaciones de estos con el mundo exterior, se favorece la construcción de una experiencia matemática difícil de vivir de otra manera (Pozo, 2000).

En esta construcción de conceptos basados en sistemas de representación con el apoyo de tecnologías computacionales, las acciones cognitivas y metacognitivas permiten gestionar los aprendizajes mediante procesos de reflexión, contraste, comprensión, concertación-negociación, identificación del problema, planificación y organización de las actividades que permiten aprender la autocorrección y autoevaluación durante una tarea de aprendizaje o acto de comunicación (Santos & Benítez, 2003).

Para favorecer una comprensión matemática se hace necesario ubicar al estudiante en cuanto a las diferentes representaciones que permite el objeto matemático. Es decir, un mismo objeto puede tener muchas representaciones que son modeladas desde el software matemático soportado en la tecnología computacional, esto es, cada sistema de representación puede resaltar características de un objeto matemático de tal forma que expresen a su vez, las propiedades y relaciones estructurales entre los conceptos, donde el estudiante interpreta y afirma su conocimiento desde aquellas representaciones que el nivel de desarrollo de su capacidad cognitiva le permitan captar, lo que también lo puede llevar reconocer situaciones de error para debilitar la comprensión de los conceptos internalizados de tipo equivoco (Lupiáñez & Moreno, 2006).

Desde la anterior perspectiva, es importante resaltar que el resultado final del proceso de aprendizaje no depende exclusivamente de la ayuda que la tecnología brinda, sino que va de la mano de la didáctica y de la interacción e interrelación que el docente logra entre el estudiante y el objeto a ser aprehendido, que inclusive es más importante que la experiencia que se vive con las Tecnologías de Información y Comunicación.

La calidad de esta experiencia está determinada por las características de las perturbaciones generadas por las situaciones problémicas matemáticas, que se le proponen al estudiante en el aula de clase con el apoyo de la tecnología móvil. El papel que ésta puede jugar en la búsqueda de equilibrio en el proceso del cual

surge el conocimiento que tiene como producto el aprendizaje. La tecnología puede y debe ser un catalizador del proceso en el que diversos agentes (profesor, didáctica, currículo, software matemático y el computador) crean escenarios en los que el estudiante puede avanzar en la construcción de su conocimiento matemático (Munera & Obando, 2003).

En el anterior horizonte, el software para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas se convierte en un proceso de selección complejo (García & Fuentes, 2007). En esta selección intervienen una serie de condiciones para lograr concretar el tipo de objeto de estudio que se puede intervenir con los dispositivos móviles, los cuales tienen que tener ciertas características como la capacidad de proceso del dispositivo, para determinar que puede hacer o no hacer con él. Otra consideración se relaciona con la conceptualización del conocimiento matemático a enseñar, desde cómo se representa el objeto de estudio, que tipo de didáctica determina su comprensión en los propósitos y competencias que se desean lograr. El resultado es una experiencia matemática que el sujeto vive cuando interactúa con el sistema. A lo anterior hay que agregar, que no pueden quedar por fuera de los resultados de estas experiencias, la complejidad del proceso de comprensión del estudiante (modelaje de las estructuras cognitivas del sujeto), el papel personalizado que ha de ejecutar el docente y la calidad plasmada en el diseño curricular, como elementos que inciden directamente en la interacción entre el sujeto, la tecnología y la construcción del conocimiento matemático (Orrantía & Rodríguez, 2008).

## 2.2 La resolución de problemas para la Educación en Matemática

La Matemática es uno de los saberes que algunos currículos de formación profesional lo tienen y que constituye una herramienta de trabajo requerida (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 1998). Esta área del conocimiento tiene diversos fines, los cuales ven en la matemática un instrumento que posibilita resolver problemas del entorno, acrecentar el desarrollo científico, tecnológico y

social; cuyo valor formativo se constituye en un lenguaje universal para abordar las ciencias.

La problemática educativa vinculada a la resolución de problemas aparece como un aspecto importante en el aprendizaje de la matemática (Charnay, 2002). Por ello, es esencial contribuir a la formación del estudiante desde contenidos matemáticos, de forma que se eleven sustancialmente las capacidades para resolver con éxito los diversos problemas que puedan surgir desde el nivel que se esté desarrollando. Esto indica que la educación en matemática parte desde temprana edad, de los 6 a 12 años las operaciones concretas se desarrollan para dar inicio a la resolución de problemas sencillos y de 12 años en adelante las operaciones formales se convierten en un razonamiento de carácter hipotético deductivo, en el que ante un problema existe una gama de posibilidades acertadas de solución (Lopera, 2002). Esta Educación se ve fortalecida en los años posteriores, en la educación superior.

La resolución de problemas es frecuentemente vista como una de tantas habilidades a ser enseñadas en el plan de formación, sin embargo, la resolución de problemas no rutinarios es caracterizado como una habilidad de nivel superior, a ser adquirida luego de haber resuelto problemas frecuentes, que dependen de la formación de conceptos y las habilidades matemáticas básicas (Gómez, 2002).

Las habilidades matemáticas básicas, con referencia a lo anterior, aluden a la capacidad que tiene el estudiante para solucionar un problema en contexto de manera real o de manera hipotética, iniciando por el interpretar, lo cual le permite atribuir significado a las expresiones matemáticas que están explícitas en el problema e identificar qué tipo de conceptos matemáticos lo forman. En este punto el estudiante procede a resolver el problema desde una sucesión estricta de operaciones matemáticas para llegar a una solución óptima que puede graficarse o representarse con relación a la respuesta obtenida, lo que permite elaborar una

mejor ilustración que ayude a comprender las relaciones abstractas entre los conceptos. De las mencionadas anteriormente, las siguientes habilidades complementan la formación matemática: definir, demostrar, recodificar, calcular, modelar, entre otras (Delgado, 2001).

En este sentido, la resolución de problemas se constituye en un elemento importante para la educación matemática que debe ser desarrollada desde la comprensión conceptual y no como una habilidad mecánica. Por ello, se deben preparar los estudiantes para convertirse, lo más posible, en aprendices independientes, intérpretes y usuarios de la matemática, que hagan, en primer lugar, uso consciente de los conocimientos matemáticos en problemas relacionados con el contexto, que desarrollen nuevas habilidades y generen discusiones relacionadas con el tema. En segundo lugar, que tengan la capacidad de resolver problemas como una habilidad de nivel superior, donde el aprendizaje este basado no en resolver problemas rutinarios, sino de la habilidad adquirida a partir del aprendizaje de conceptos y la lógica matemática. En un tercer lugar, que puedan resolver problemas de forma heurística, describiendo el proceso de resolución, particularmente en la vida cotidiana a partir de propuestas lo más posible acertadas (Camelo & Mancera, 2005).

Otro aspecto que deben reunir los problemas matemáticos a afrontar es que respondan, en lo posible, a los intereses y necesidades de los estudiantes. Es decir, los elementos que contenga el problema deben estar en estrecha relación con el círculo de ideas, conocimientos y experiencias dentro del nivel de enseñanza, logrando una capacidad específica, con una determinada calidad, al hacer uso de la metacognición para reflexionar en torno a una amplia gama de información que ofrece la solución y hallar la mejor respuesta. Lo anterior indica que la apropiación de conocimiento y procedimientos matemáticos requieren primero, de la actividad del sujeto y segundo, de un proceso de reflexión del sujeto sobre su propia actividad (Gálvez, 2002).

### 2.3 Formación de conceptos matemáticos mediados con tecnología

La formación de conceptos es uno de los componentes esenciales tanto del proceso de creación y desarrollo del conocimiento, como de instrucción y aprendizaje en los contextos de formación (Delgado, 2001). Desde esta perspectiva la construcción de conocimientos matemáticos están conformados por definiciones, símbolos, teoremas y procedimientos que llevan a representar el objeto matemático para entender su papel en la construcción de conceptos y su relación con las representaciones semióticas (Lupiañez & Moreno, 2006) que hacen referencia a los sistemas de expresión y representación de los diferentes códigos -números, gráficos, esquemas, símbolos, etc. y su uso de la tecnología como instrumento para la construcción de los conocimientos matemáticos del estudiante. Es decir, que la formación de conceptos significa adquirir los mecanismos de construcción e identificación de los elementos que forman el objeto matemático que el estudiante identifica por los signos que lo denotan y que le permiten la formación de nuevos conceptos (Hernández, Delgado, Valverde & Rodríguez, 2001).

Los conceptos son elaboraciones mentales importantes que expresan regularidades cognitivas a través de los atributos, buena parte del conocimiento científico se expresa en forma de conceptos científicos. Comprender los conceptos es identificar las singularidades, condiciones y regularidades de los mismos, lo que permite que generar interacción con otros conceptos de manera oportuna y consecuente con los requerimientos para solucionar el tipo de problema que se aborda. Una parte crucial del proceso de solución de un problema, la constituye la comprensión del mismo, la identificación de los elementos que conforman su espacio, la manera como estos elementos se relacionan y las estrategias que mejor identifican los caminos consistentes para hallar una solución que apunte al logro de la meta deseada en función de la producción de saber (Puerta, 2006).

Las estructuras conceptuales se construyen por medio de intervenciones, operaciones y habilidades cognitivas que se estimulan por la interacción social e instrumentalización de la misma. Es decir, es un proceso de representación mental que va de lo externo a lo interno y que hace posible asociar el contenido de cada concepto con su sistema de propiedades esenciales, lo cual le permite crear relaciones con los diferentes objetos que interviene. Por esta vía se abre paso a la formación de estructuras conceptuales sólidas, a partir de ejercicios preparatorios que promueven la motivación y orientación hacia la caracterización del objeto de aprendizaje, el cual problematizado demanda unas propiedades necesarias para propiciar la identificación y asimilación del concepto de manera profunda y sistemática, generando una comprensión significativa y perdurable basada en los intereses y experiencias previas del estudiante y en la transferencia que el estudiante le da a estos conceptos en diferentes situaciones prácticas reales (Montenegro, 2002).

Otro aspecto importante en la formación de conceptos es que el estudiante debe distinguir las propiedades de los elementos que caracterizan la situación de aprendizaje a través de la observación y la comparación. Lo anterior con el fin de construir el concepto a partir de la interacción con las diferentes representaciones del objeto matemático, estableciendo similitudes y diferencias. Con esto se garantiza valorar el conocimiento aprendido, generando permanencia cognitiva al poder enunciar y representar externamente al concepto, desde actividades propuestas por parte del docente o de contextos de la realidad. Lo anterior permite la configuración de un manejo de múltiples representaciones que pueden ser influenciadas y desarrolladas a partir de diferentes instrumentos tecnológicos que permiten la visualización y comparación de resultados más precisos (Kevin, Regan & Noe, 2006).

Esta visualización tiene que ver con un conocimiento directo e intuitivo, que da pie a promover un entendimiento conceptual (Vicente, Orrantia & Verschaffel, 2008). Desde esta perspectiva el papel de la representación visual es fundamental para el aprendizaje, sin este tipo de apoyo es difícil imaginar cómo logra el estudiante desarrollar la tarea mental de reconocer el conjunto de subconceptos allí presentes, ya que la mediación le brinda la capacidad de interpretar imágenes, cuadros, diagramas y reflexionar sobre las gráficas, empleando herramientas tecnológicas, lo que proporciona una nueva dimensión sobre los objetos matemáticos. De esta manera la visualización opera sobre el funcionamiento de las estructuras cognitivas y la información que representa el objeto matemático (Ortega, 2007).

Así pues, el proceso de formación de conceptos va madurando progresivamente mediante el establecimiento de ideas más precisas y mejor diferenciadas, abstracciones de más alto orden, en operaciones de conceptualización que permiten percibir la realidad a través de filtros conceptuales. Es decir, al seleccionar los conceptos más relevantes y significativos, se hace posible categorizar nuevas situaciones para determinar un pensamiento lógico propio y reordenar los ya concebidos para el afianzamiento de los nuevos conocimientos (Azcarate & Camacho, 2003).

#### 2.4 Teorías del aprendizaje aplicadas al uso de la tecnología móvil

En cuanto a las "teorías del aprendizaje" se entiende que se refieren a aquellas teorías que intentan explicar cómo aprendemos, por tanto, desde el proyecto de investigación tendrán un carácter descriptivo.

#### 2.4.1 Teoría de las situaciones didácticas aplicadas a la mediación tecnológica

La teoría de las situaciones didácticas fue desarrollada por Guy Brousseau, la cual enfoca toda su atención sobre la enseñanza, considerándola como un proceso donde el estudiante tiene la responsabilidad de aprender. Desde esta apreciación se considera como un proceso de relaciones implícitas y explícitas entre el estudiante (al igual, que entre estudiantes) con el medio educativo que está representado por el docente, con la finalidad de lograr la construcción del saber en dónde los materiales, instrumentos u objetos median para propiciar un conocimiento. En el anterior contexto se ven participes un conjunto de situaciones específicas de elementos cognitivos necesarios para representar el problema y proponer alternativas de solución que lleven al estudiante a que el conocimiento se vaya consolidando y permaneciendo en el tiempo (Perrin, 2009).

Desde la perspectiva de la situación didáctica se manifiestan diferentes tipos de relaciones a las que el docente debe prestar atención, ya que es importante observar, para el caso del presente proyecto, la actividad matemática de los estudiantes, antes, durante y después del desarrollo de toda la situación propuesta. En este modelo el proceso de producción de conocimientos matemáticos en el aula se describen a partir de dos tipos de interacciones básicas. La primera es la interacción del estudiante con la problemática, la cual le plantea resistencias y retroacciones que operan sobre los conocimientos matemáticos puestos en juego y la segunda interacción es la del docente con el estudiante a propósito de la interacción del segundo con la problemática matemática (Perrin, 2009).

Así pues, la teoría de situaciones establece una tipología de escenarios didácticos, clasificándolos en estados de acción, formulación, validación e institucionalización, con el ideal de modelar las posibles relaciones entre el

estudiante, el docente y el medio, que evidencian el desarrollo de la situación (Chavarría, 2006). Al realizar el análisis de cada uno de estos escenarios es posible expresar lo siguiente:

**Situación de acción:** El estudiante trabaja individualmente con un problema, aplica sus conocimientos previos y desarrolla un determinado saber. Es decir, el estudiante genera una intervención con el medio didáctico, para llegar a la resolución de problemas y a la adquisición de conocimientos. Dentro de las condiciones de una *situación-acción* se debe llegar a una situación a-didáctica, donde el estudiante se interese por la formulación del problema y lo asuma como tal, de esta forma toma las decisiones que hagan falta para organizar la mejor solución. Este comportamiento no puede ser intervenido por el docente, se trata que el estudiante se interese naturalmente, pero sí no lo logra, el docente debe intervenir desde problemas que llamen la atención, que brinden la complejidad adecuada, pues es quien prepara el medio didáctico, plantea los problemas y confronta al estudiante al medio exterior (Gálvez, 2002).

**Situación de formulación:** en esta situación el trabajo en grupo es fundamental para la comunicación y colaboración entre los estudiantes que lo integran. Compartir experiencias en la construcción del conocimiento y las ideas, llevan al grupo a enfrentar el problema dado. En este sentido cada integrante aporta desde su conocimiento un planteamiento de resolución que los lleva a comunicar sus ideas, es decir, todos intercambian, deliberan e interactúan con el medio didáctico que está representado por signos y reglas, donde el fracaso los obliga a replantear otras alternativas de solución (Gálvez, 2002).

**Situación de validación:** en esta situación los estudiantes actúan de forma individual y grupal para validar las soluciones propuestas y acertar con una alternativa eficaz. Desde esta perspectiva se crea una discusión entre los estudiantes y el docente para demostrar sus afirmaciones donde no basta con la

comprobación empírica, hay que explicar del porqué se aplican determinados procedimientos matemáticos para la respuesta, los cuales son validados finalmente por el docente (Gálvez, 2002).

**Situaciones de institucionalización del saber:** estas situaciones están destinadas a establecer convenciones sociales y representan el cierre de una situación didáctica. En ésta los estudiantes ya han construido su conocimiento y simplemente, el docente en este punto retoma lo efectuado hasta el momento y lo formaliza, intentando rescatar la significatividad social del saber trabajado. Esta situación presenta los resultados en orden y todo lo que estuvo detrás de la construcción de ese conocimiento que fue elaborado en situaciones de acción, formulación y de validación (Gálvez, 2002).

El contrato didáctico también se convierte en un eje fundamental de la teoría, para llevar al estudiante y al docente a asumir sus roles en la situación didáctica de aprendizaje-enseñanza, respectivamente (Astolfi, 2001). Ello implica una actitud que permite organizar el conocimiento para llegar a un saber, por el cual el docente debe procurar no sugerir al estudiante la forma de afrontar los problemas propuestos, a esto se le llama el *efecto topaze* (Chavarría, 2006) tampoco debe aprobar soluciones inequívocas solo por no desilusionar al estudiante, llamado *efecto jourdian*, solo debe promover la validación de comportamientos o posturas cognitivas correctas, complementándose con otra situación llamada el *deslizamiento metacognitivo* que consiste en la actitud de tomar una heurística para la resolución del problema y asumirla como un objeto de estudio, ésta es la actitud que el estudiante debe desarrollar para procurar aprendizajes significativos, y que hace parte de las situaciones didácticas (Gálvez,2002).

En este punto, se logra también visualizar como elemento fundamental de las situaciones didácticas la resolución de problemas (Perrin, 2009). Es decir, se solicita la aplicación de un saber, con una estrategia que el estudiante pueda

desarrollar para la solución en un momento determinado, esto es importante porque implícitamente se presentan las situaciones a-didácticas que logran la responsabilidad en la toma de las propias decisiones, teniendo en cuenta la retroalimentación que proporciona el medio. En este tipo de situaciones, el docente modifica las estrategias de resolución a los problemas, utilizando metodologías que estimulen al estudiante a modificar sus estructuras de conocimiento interno para dar solución a la dificultad y favorecer la adquisición del saber matemático deseado. Esta perspectiva se alcanza a partir de un contrato pedagógico entre quien aprende y quien enseña, situación que puede llegar a favorecer ambientes enriquecidos en ambientes de mediación tecnológica (Astolfi, 2001).

#### 2.4.2 Aprendizaje significativo

Entre los objetivos de la educación se encuentra: preparar al estudiante para la vida, enseñarle a pensar, a que valore, encuentre significado en el conocimiento que adquiere y en el proceso que lleva a cabo para consolidar su aprendizaje. En esta perspectiva, la posibilidad de aprender se encuentra en relación directa a la cantidad y calidad de los aprendizajes previos realizados y a las conexiones que se establecen entre ellos, cuanto más rica en elementos y relaciones es la estructura cognitiva de una persona, más posibilidades tiene de atribuir significado a materiales y situaciones novedosos y por lo tanto, más posibilidades tiene de aprender significativamente nuevos contenidos (Barriga & Hernández, 2001).

En este contexto, la memoria no es sólo el recuerdo de lo aprendido, sino que constituye el bagaje que hace posible abordar nuevas informaciones y situaciones. Lo que se aprende significativamente es -valga la redundancia- significativamente memorizado, por supuesto este tipo de retentiva tiene poco que ver con la que resulta de la memoria mecánica, que permite la reproducción exacta del contenido almacenado conservado bajo determinadas condiciones,

aprender significativamente supone la posibilidad de atribuir sentido a lo que se debe aprender a partir de lo que ya se conoce, lo que permite lograr una mayor valoración y significado (Puerta, 2006).

Para lograr que se pueda aprender significativamente, es necesario que el material didáctico esté orientado hacia unos objetivos claros y precisos para quien aprende y que los conocimientos previos de éste sean pertinentes para que le permitan abordar el nuevo aprendizaje (Barriga & Hernández, 2001). Es decir, en primera instancia los contenidos de aprendizaje deben ser adecuados al nivel del estudiante y que el material didáctico presentado muestre aspectos que contribuyan decisivamente a la posibilidad de generar significado en la medida que se revele la coherencia, estructura y sentido en el contexto del nuevo aprendizaje, para no generar aprendizajes mecánicos descontextualizados. Además de lo expresado, los conocimientos previos del estudiante deben garantizar la generación del nuevo aprendizaje lo que implica, por parte del docente y del estudiante, reconocer y seleccionar aquellos esquemas previos que puedan ser, aplicados a la nueva situación, revisando, modificando y reestructurando las nuevas relaciones, antes de evaluar el conocimiento (Varela, 2009).

Es necesario, por otra parte, ampliar la noción de contenido, para que incluya también los conceptos, los sistemas conceptuales, las estrategias, procedimientos de indagación, exploración, observación, actitudes y valores que indefectiblemente se deben transmitir en cualquier situación educativa. Es decir, potenciar el aprendizaje en contexto, determinando los resultados del estudiante frente a los conocimientos adquiridos en el transcurso de la misma en la medida que el nuevo contenido concrete significado a sus experiencias de aprendizaje (Pozo, 2003).

En general cuando se habla de aprendizaje significativo, se intenta que los estudiantes establezcan conexiones con los nuevos aprendizajes. Eso es,

partiendo de lo que las actividades escolares promuevan y orienten, gestionar su asimilación con relación al contexto al que se aplica, concretando relaciones complejas con respecto a la profundidad teórica con que se sustenta lo que se aprende, logrando con ello que cada momento en el aula y por fuera de ella sea lo más significativo posible, poniendo a prueba las situaciones de enseñanza-aprendizaje para enriquecer los niveles de entendimiento, comprensión y aumentar progresivamente el sentido de lo que se aprende. Esta construcción significativa de conceptos pretende movilizar sustancialmente la madurez del aprendizaje de tipo personal, donde el estudiante se enfrenta al objeto de conocimiento en contexto, interactuando directamente con sus pares y con el profesor para propiciar comunicación coherente alrededor a la situación de aprendizaje (Barriga & Hernández, 2001).

Este modelo de aprendizaje se caracteriza como un proceso de construcción social conjunta. Esto es, el docente intenta que las elaboraciones del estudiante estén orientadas a procesos amplios y complejos que lo aproximen progresivamente a aquellas que sean correctas y adecuadas para comprender la realidad y que sea el estudiante quien construya y negocie, con sus pares el significado final acertado. Para que esto sea posible, se requiere que el docente reconozcan en las intenciones y contenidos los intereses de los estudiantes y su competencia para abordar los diferentes procesos, interpretar las situaciones problema y generar una solución progresiva, hasta establecer los logros planteados en las intenciones educativas (Várelo, 2002). En definitiva se hace necesario que el docente intervenga activamente en el proceso de enseñanza y aprendizaje, tanto en la fase de planificación y organización del mismo, como en lo que se refiere a la interacción educativa con los estudiantes (Brousseau, 2002).

Por otro lado, existe un factor muy importante en el estudiante, la motivación para incentivar su propio aprendizaje y establecer vínculos con el docente y con sus

pares. El concepto de motivación es un proceso complejo que debe reafirmar el docente para permitir al estudiante dar sentido a lo que él hace y concretar valoraciones reales a su aprendizaje, a través de autovaloraciones del proceso y de los resultados respecto a la enseñanza recibida, situación que lleva en definitiva al estudiante a implicarse activamente en la construcción conjunta de significados. Pero además, hay que tener presente que tanto el docente como el estudiante deben adoptar una actitud activa, implicada y participativa dentro del proceso educativo que tiene en cuenta los contenidos, objetos y metodologías para facilitar el significado de las actividades (Barriga & Hernández, 2001).

Dentro de este marco, el aprendizaje significativo presenta tres tipos de aproximaciones; representacional, conceptos y el proposicional. Dado que el aprendizaje representacional conduce de modo natural al aprendizaje de conceptos y que está en la base del aprendizaje proposicional, los conceptos constituyen un eje central y definitorio en el aprendizaje significativo, es así como a través de la asimilación de estos se produce básicamente el aprendizaje en las diferentes etapas escolares, para dar significado a nuevos conceptos y proposiciones que se constituyen en las ideas de anclaje para enriquecer la estructura cognitiva que tiene como principal componente el lenguaje, el cual permite la verbalización y comunicación entre distintos individuos y con uno mismo (Dávila, 2009).

En otras palabras, el aprendizaje de proposiciones implica la combinación y relación de varias expresiones, produciendo así un nuevo significado denotativo (características de los conceptos) y connotativo (actitud provocada por los conceptos), de estas, de cuya interacción surgen los significados de las nuevas proposiciones que tienen como base tres componentes fundamentales que las configuran, las cuales se caracterizan por presentar una diferenciación progresiva (cuando el concepto nuevo se incluye a los conocidos), o una reconciliación

integradora ( cuando el concepto es de mayor grado a los ya conocidos) o por combinación ( cuando el concepto tiene la misma jerarquía de los ya conocidos).

## 2.5 Perspectiva didático – pedagógico de lá intervención

En los procesos de enseñanza y aprendizaje los actores que interactúan cumplen papeles específicos que hacen posible una construcción de un tejido de interrelaciones que ayudan a la aprehensión del objeto de estudio desde una intervención específica (Martín & Batllori, 2000). Los actores se describen a continuación:

- El estudiante, el cual recibe la información que puede llevar a incluirla en su estructura de conocimientos a través de procesos de comprensión y apropiación (Díaz & Hernández, 2002).
- El saber, en nuestro caso el Cálculo de Varias Variables, que actúa como objeto de aprendizaje soportado en unas estrategias didácticas específicas (Martin & Batllori, 2001).
- El docente, quien es responsable del proceso de enseñanza y de guiar-acompañar a sus estudiantes en el proceso de aprendizaje del objeto de estudio (Brousseau, 2002).
- La tecnología, que actúa como un instrumento mediador informático de representaciones de funciones matemáticas, favoreciendo de esta forma los procesos de exploración, visualización, comprensión-construcción conceptual, abstracción y colaboración grupal (Ramos & Baquedano 2006).

En los procesos de enseñanza se producen múltiples y diversas interacciones entre: estudiante -estudiante, estudiante-saber, estudiante-estudiante, estudiante -saber, que el diseño didáctico debe modelar como un ambiente de aprendizaje motivador y novedoso (Díaz & Hernández, 2002), con el apoyo de la dispositivos computacionales para que propicie un cambio de actitud con relación a lo que se aprende. Igualmente, el docente debe practicar el alejarse de la actitud magistral transmisiva de contenidos, para permitirse posturas como sujeto capaz de potenciar dinámicas donde el estudiante asume roles activos para gestionar su aprendizaje (Mayor, Suengas & Gonzales, 1993).

La formación en matemáticas presenta cambios fundamentales en la forma en que se aborda y se entiende a lo largo de las situaciones de desarrollo y maduración (cognitiva, procedimental y actitudinal) por las que pasan los estudiantes a lo largo de la vida, lo cual es importante analizar antes de emplear algún tipo de herramienta para ayudar a mejorar una comprensión intencionada (Castro, 2006). Esta concepción parte de su didáctica, la cual se asume como la disciplina encargada de la selección de los contenidos que se han de enseñar y del diseño de las metodologías, técnicas y materiales apropiadas para los niveles de desarrollo posibles por parte de los estudiantes. Didáctica que debe ser entendida como un campo de investigación que busca indagar de manera sistemática sobre los problemas relativos a la enseñanza y al aprendizaje de las matemáticas en contextos escolares (Gutiérrez, 1991).

Esta nueva manera de pensar la didáctica de las matemáticas tiene raíces en cambios presentados en la forma de entender este objeto de conocimiento como disciplina científica. Esto es, donde los cambios en las concepciones sobre la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en particular, requieren apropiarse de aquellos elementos que facilitan su comprensión y apropiación como un campo de investigación interdisciplinario que toma distancia con respecto a la enseñanza

tradicional de las matemáticas y de las ciencias, aunque se fundamenten en ellas (Gascón, 1998).

En este marco de problematización de esta didáctica en particular, la incorporación de las tecnologías móviles no puede basarse sólo en el hecho de llevarlas al entorno del aula, sino que debe estar respaldada por fundamentos pedagógicos (Ministerio de Educación Nacional de Colombia. 1999). En este sentido se hace necesaria una conceptualización de las situaciones didácticas a llevar a cabo para lograr situaciones de aprendizaje específico, ubicando al docente en ellas y contextualizándolas de tal forma que se conviertan en la columna vertebral de esta labor educativa. Este es el punto de partida que no sólo le muestra el camino para incorporar las tecnologías al aula, sino que además le permite ser consecuente con las directrices estatales e institucionales (Ley General de Educación, Estándares Curriculares y PEI), permitiéndole así generar propuestas coherentes, viables y adaptadas a las exigencias de desarrollo de competencias matemáticas al interior de su perfil profesional.

En este marco, también se logra capitalizar otra conexión bastante estrecha entre la resolución de problemas y la situación de aprendizaje activo. Es decir, en esta metodología hay una estrategia que se favorece o privilegia desde la perspectiva de los procesos didácticos. De esta estrategia se desprende el concepto de construcción activa del conocimiento. El conocimiento se asimila de los escenarios desde donde el docente inicia el problema, que se asemeja a situaciones de la vida real y el cual debe resolverse por parte de los estudiantes a partir de los conocimientos previos que tengan expresando de manera explícita las propias conjeturas en los resultados, estas situaciones no son intervenidas directamente por el docente, sino que su papel es el de llevar al estudiante a validar coherentemente, contra referencias teóricas válidas, los resultados obtenidos (Charnay, 2002).

### 2.5.1 Perspectiva del docente.

La labor del docente de matemáticas se había limitado a reproducir, con alguna frecuencia, los contenidos adquiridos en su formación profesional. Dichos contenidos tenían la intención académica de propiciar entrenamiento para la resolución de los ejercicios del libro en forma correcta por parte de los estudiantes, no obstante, esta competencia ha apuntado más a procesos de asociación y memorización que a verdaderos aprendizajes de análisis y comprensión. Este acto de formación se ha inclinado fundamentalmente a asegurar la obtención de la nota (valoración sumativa) necesaria para permitir la promoción al siguiente nivel en la estructura académica (Rivera & Mejía, 2005). Esta aproximación ha ido cambiando en la medida que los docentes se han involucrado más como sujetos capaces de iniciar y proyectar situaciones de aprendizaje en el aula de clase, desde y con los estudiantes, al seleccionar mejores contenidos, proponer didácticas novedosas mediadas con tecnología, llevando a los estudiantes a desarrollar competencias analíticas en torno a la adquisición de los conceptos que contribuyen a su formación matemática dentro y fuera del aula (Brousseau, 2002).

Estas aproximaciones potencian una nueva formación matemática de mayor calidad, donde el saber no queda disperso y sin relación con la cotidianidad de quien aprende. Por lo tanto, el docente debe simular en su clase una micro sociedad científica, si quiere que los conocimientos sean medios para plantear buenos problemas y para solucionar debates, si quiere que los lenguajes sean medios para dominar situaciones de formulación y que las demostraciones sean pruebas. Pero debe también dar a los estudiante los medios para encontrar, en esta historia particular que les ha hecho vivir, lo que es el saber cultural y comunicable que ha querido enseñarles (Brousseau, 2002).

En consecuencia, el docente como diseñador de intervenciones de los procesos de enseñanza y de aprendizaje, debe cuestionarse, entre otras cosas, acerca de

la efectividad del uso de la tecnología (Chacón, 2007). Lo anterior con el fin de facilitar la aproximación a los conocimientos del problema que propone y la motivación la participación individual y grupal en torno al escenario empleado, para apoyar explicaciones y el abordaje del problema, fomentando el intercambio de interrogantes relevantes, que hagan posible la configuración de estructuras de orden superior con relación a los conceptos a ser adquiridos, e implicando a los estudiantes en la construcción de procesos matemáticos significativos a través de las diferentes situaciones de interacción (Díaz & Hernández, 2000) y también, con relación al consenso de formas de evaluación coherentes al desarrollo de las competencias procedimentales, cognitivas y actitudinales (Echegaray & Samper, 2003).

#### 2.5.2 Perspectiva del estudiante

Dentro del marco de las actividades educativas el estudiante representa un papel bastante autónomo, al tener a su disposición dispositivos móviles que le permiten versatilidad dentro y fuera del aula de clase, lo que posibilita encontrar la información requerida para desarrollar las actividades planteadas al interior del curso, favoreciendo la interacción y colaboración con su grupo de trabajo, generar sus propias preguntas, intercambiar mensajes, compartir comentarios y observaciones. Todas estas situaciones fomentan una capacidad crítica en los estudiantes lo que permite ser productores conscientes de conocimiento y no consumidores de información, capaces de buscar, seleccionar, organizar, analizar y producir información como respuesta a problemas planteados en su entorno inmediato (Casellas, 1997).

El uso de los dispositivos móviles en el aula de matemáticas, permite que los estudiantes tengan acceso en tiempo real a múltiples y diversos recursos con variada información (Rabajoli & Castro, 2008). Esta situación exige un nivel de

respuesta más complejo y una elaboración cognitiva más desarrollada que una reacción simplificada a partir de la información acotada por una sola fuente o texto guía. Principalmente, el uso de estos dispositivos permite una mayor diversidad de oportunidades y situaciones propicias para que el estudiante aprenda a relacionar contextos variados de aplicación y diferentes soluciones válidas (Macías, 2007).

### 2.5.3 El saber cómo conjunto de conocimientos

El saber en sí mismo es un conjunto de conocimientos que caracterizan y desarrollan un objeto conceptual de interés. Para nuestro caso ese saber confluye en los conceptos y funciones matemáticas del Cálculo de Varias Variables que expresan situaciones cotidianas de una manera formal y científica, el cual puede ser problematizado a partir de las metodologías de aprendizaje que el docente aplica en el contexto del aula de clase. Por ello, las interrelaciones entre docente y estudiantes deben alcanzar niveles de emotividad y seguridad que permitan generar atracción por el objeto de estudio (Porlan, 2000).

La relación del docente y el estudiante con el saber es el producto de una acción intencionada, donde el estudiante se rodea de hechos y situaciones para concretar actos de aprendizaje (Suarez, 1998). El docente, por su lado acciona estos hechos y situaciones como elementos puente a la construcción de conocimiento del estudiante, intentando modificar y favorecer nuevas estructuras conceptuales que cobren significado al ser vinculadas a las estructuras ya existentes, al igual que posibilitar la apropiación de las mismas a través de su aplicación en acciones cotidianas.

La adquisición del saber se observa cuando el estudiante es capaz de simbolizar, formalizar, calcular, deducir y transferir el conocimiento adquirido en una experimentación o práctica diferente a aquella en la cual hizo la apropiación de

ese saber. Cuando esto se logra se puede afirmar que los conocimientos perdurarán en el tiempo (Hernández, 2000).

El saber académico y científico, según Brousseau, retomado por el MEN se caracteriza de la siguiente forma: Permite definir y caracterizar en cada instante los objetos que se estudian con ayuda de las nociones introducidas precedentemente y así organizar la adquisición de nuevos conocimientos con el auxilio de aquellas anteriores. Promete, este saber académico y científico, al estudiante y a su docente un medio para ordenar su actividad y acumular en un mínimo de tiempo un máximo de conocimientos bastante cercano al “conocimiento erudito”. Este proceso evidentemente debe estar complementado con ejemplos y problemas cuya solución exige poner en acción esos conocimientos (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 1999).

El saber académico, por tanto, potencia prácticas de comunicación e interacción social entre los sujetos, para resolver problemas contextualizados dentro de un ambiente simulado en el aula, que procura porque el conocimiento trascienda y tenga significado en contextos cotidianos a los estudiantes. El saber científico, busca abordar situaciones matemáticas más complejas y reconocer el cómo éstas se producen, es decir, su valor histórico y epistemológico que se configuran en referentes desde una perspectiva académica y formal (Ministerio de Educación Nacional de Colombia. 1999).

En el desarrollo del saber matemático, la percepción que tenemos del contexto influye en la comprensión y su representación para transformar el concepto en significado (Resnick & Ford, 1998). Esta percepción del medio lleva al estudiante a efectuar análisis de múltiples situaciones, tanto en la resolución del problema como en el acercamiento al objeto de estudio para configurar procesos de cognición y metacognición diferenciada en cada etapa de la comprensión e internalización de los aprendizajes. Inicialmente, se parte de instancias de

percepción (aprehensión), como un proceso en el cual ocurren actos de inducción, deducción, cognición y valoración, donde los sentidos juegan un papel importante para identificar y asimilar la conexión con la información y alcanzar un dominio del saber.

Al finalizar esta etapa, se pasa a la comprensión (explicación-justificación-argumentación), en la que se puede desarrollar una re-acomodación estructurada del pensamiento para analizar formaciones y transformaciones en el saber. La mente busca reconocer y explicar las relaciones entre conceptos, deduciendo o derivando de los conceptos existentes como conocimiento previo. Como última etapa, se da la representación (modelación), la cual configura la parte simbólica y semántica del lenguaje matemático. En esta última etapa, el estudiante muestra disposición a generar nuevas ideas, comprensión, desarrollar procesos de abducción (demostración de hipótesis) y entendimiento en el razonamiento abstracto y concreto de las matemáticas, proceso que mejora las dimensiones de los aprendizajes y las configuraciones del saber (Marzano & Pickering, 2005).

En el anterior proceso el sujeto apoya el proceso cognitivo en instrumentos, que pueden ser tangibles o simbólicos. Para nuestro caso, la Pocket PC, con el software 3D-Universal y los *Applet de Java* específicos a las temáticas del curso, actúan como herramientas mediadoras para gestionar diferentes observaciones, variar el tipo de aproximación, modificar las medidas, generar nuevas formulaciones e hipótesis susceptibles de verificación. Es decir, estas herramientas potencian el asumir diferentes posturas que ayudan a distinguir y aclarar aquellos elementos esenciales para caracterizar la situación observada y derivar del anterior proceso nuevas problematizaciones del saber, con actividades fundamentales como el razonamiento, construcción, comunicación colaborativa activa, resolución de problemas enfocados al mundo real y reorganización de los conocimientos que evolucionan a través de los aprendizajes (Moreno & Waldegg, 2001).

Estas estrategias permiten la modelación como una operación fundamental para representar conceptos o cuerpos de conocimientos adscritos a un campo de saber (Delgado, 2001). Mediante su aplicación se aborda la resolución de problemas (reales-cotidianos en lo posible) y su ejercitación se enfoca a reforzar el uso coherente de dichos conceptos o cuerpos de conocimiento, comprendiendo cómo se hallan relacionados en los contextos reales. En el proceso llevado a cabo se ha integrado la comprensión, la representación y la aplicación y mediante la investigación se han puesto en evidencia las situaciones en conflicto y los caminos para encontrar sus posibles soluciones, generando nuevo conocimiento (Ontario & Ballesteros, 2001).

En este marco, el saber utiliza la autorregulación permanente de los aprendizajes permitiendo desarrollar capacidades para planificar las estrategias cognitivas que se han de utilizar para cada situación, reconociendo como aplicarlas, controlar los procesos mentales, valorar las posibles fallas y ser capaces de transferir todo ello a una nueva actuación (Jorba & Casellas, 1997). El tener consciencia de este quehacer es lo que se denomina capacidad metacognitiva y es lo que permite al estudiante gestionar todo el aprendizaje que ha ido acumulado a través de los años. En este proceso se integran actos de razonamientos reflexivos con relación al proceso en sí mismo, lo cual brinda comprensión acerca de cuáles condiciones favorecen el asumir, identificar el problema, planificar y organizar actividades de aprendizaje, al igual que el gestionar acciones de auto-correlación, auto-evaluación y actos de comunicación para lograr la intención actitudinal, procedimental o cognitiva con relación a la comprensión de los objetos de aprendizaje en el dominio del campo de saber indagado (Puerta, 2006).

#### 2.5.4 Mediación Tecnológica

El uso de la tecnología ha generado cambios sustanciales en la forma como los estudiantes aprenden matemáticas. Los ambientes computacionales se pueden

constituir en herramientas que permiten al estudiante lograr crear diferentes representaciones en los escenarios-tareas propuestos y formular sus propios interrogantes, preguntas o problemas, lo que constituye un importante aspecto para proporcionar condiciones que identifiquen, examinen, comuniquen conceptos matemáticos, faciliten la comprensión y el aprendizaje de las mismas. Esta visión refleja que en la enseñanza de las matemáticas el currículo está cambiando lentamente y la tendencia es gastar menos tiempo en el lápiz y el papel, para dirigirse a métodos de enseñanza que empleen las tecnologías de información y comunicación, para el mejoramiento de la resolución de problemas, interiorización de conceptos y obtención precisa de resultados matemáticos a partir de la experimentación, formulación, contrastación y justificación de las situaciones problémicas (Puerta, 2006).

Este cambio de perspectiva hace que hoy en día la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas incluya nuevos métodos de aprendizaje más interactivos (Liwitin, 2000). Para cumplir lo anterior es preciso reformar el currículo y enfocarse en métodos de enseñanza que lleven a una aproximación investigativa y exploratoria, contando con la contribución de las tecnologías para el desarrollo de esta perspectiva (González, 2000).

Dentro de estas tecnologías se destacan aquellas que propician la movilidad y que facilitan el uso personalizado, ya que se han convertido en computadoras programables apropiadas para la mayoría de los estudiantes, por su tamaño reducido, bajo costo y fácil uso en relación con las prestaciones que pueden brindar en plantear intervenciones a la enseñanza de las matemáticas. Con ellas se promueve, además, un ambiente de cooperación, en donde las matemáticas se tornan en temas de reflexión y experimentación. En este marco de referencia, es apenas elemental favorecer al estudiante para que analice, critique y extraiga conclusiones empleando herramientas tecnológicas como medio ideal para transformar sus esquemas de representación de contenidos. Para lo cual, una

acción del docente es la de buscar estrategias para contribuir a la construcción adecuada de los diferentes conceptos matemáticos y representaciones, con el fin de modificar los antiguos sistemas de percepción y dar paso al nuevo conocimiento construido, que depende en gran parte de la confrontación con el medio al que sea sometido (Silbarán & Rojón, 2006).

Al mismo tiempo, al usar estas tecnologías como herramientas de enseñanza, se estará profundizando en el aprendizaje y comprensión de las ideas matemáticas y de lo que significa enseñarlas, y por tanto incrementando su conocimiento profesional (González, 2001). En este sentido, los ejercicios típicos de los libros se pueden relacionar con los distintos fenómenos de variación y cambio del entorno, haciendo uso de alguna herramienta tecnológica para proporcionar experimentación de conceptos, representaciones y un poderoso modelo visual de solución de problemas, donde el estudiante es incapaz de imaginarlo (Ortega, 2007).

Desde la cognición del estudiante, el uso de dispositivos tecnológicos hace posible una modificación de conceptos abstractos y permite crear nuevos entornos que amplían la realidad. Al mismo tiempo, las computadoras cada vez más están a la disposición de los estudiantes, para facilitar explorar las ideas desde múltiples perspectivas (analítica, gráfica y simbólica), permitiendo la resolución de problemas y facilitando la experimentación en situaciones reales, generando ampliar las formas de representación. Su relevancia obliga a que el estudiante, esté en condiciones para interactuar con recursos tecnológicos modernos con el propósito de generar comparaciones de respuesta efectiva y profundización, en la reconsideración de las prácticas de cálculos en el aula o de la visión de la naturaleza de la demostración con un software adecuado (Orozco & Labrador, 2007).

## **CAPITULO 3: METODOLOGÍA APLICADA EN LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1 Enfoque de la Investigación**

El trabajo de investigación se desarrolló con base en el enfoque cualitativo y cuantitativo. El primer caso permitió generar un conjunto de prácticas que hicieron visible aspectos conceptuales, para transformarlos y convertirlos en una serie de variables observables. Para ello fue fundamental las anotaciones, captura de información inclusive en algunos casos de tipo fotográfico, y análisis de documentos, con relación a las observaciones realizadas en contextos y ambientes naturales, en nuestro caso de enseñanza-aprendizaje, que al arrojar datos, posibilitaban su interpretación, con la que era posible intentar encontrar y comprender los significados que los estudiantes les otorgaban a los diferentes fenómenos. En este sentido la recolección de datos, a partir de la observación directa, posibilitó obtener información de carácter descriptivo en cada sesión de clase a lo largo del trabajo de la investigación (Sandoval, 1996).

Por su parte el enfoque cuantitativo nos permitió explicar y predecir el fenómeno estudiando, obteniendo información desde la recolección de datos numéricos para resultados estadísticos. Para obtener los datos se utilizó principalmente la encuesta, observaciones desde lo cognitivo, procedimental y actitudinal en relación al proceso de enseñanza aprendizaje y los resultados obtenidos desde los promedios de nota final de los grupos control y experimental al final del semestre.

Por lo tanto, para probar la hipótesis planteada, se trabajó con una metodología de investigación mixta en la cual se incorporaron características de tipo cualitativo y de tipo cuantitativo para el estudio del mismo fenómeno, por medio de esta combinación de metodologías se balancearon los métodos numéricos utilizados y

los métodos descriptivos. Fueron necesarios ambos tipos de datos (cualitativos y cuantitativos), para una mutua verificación de forma suplementaria.

### 3.2. Tipo de Investigación

Desde el anterior enfoque, el trabajo de investigación se apoyó en las herramientas conceptuales y metodológicas del tipo de investigación de estudio de casos. Para Stake (1999) las indagaciones realizadas a través de este método buscan abarcar la complejidad de un caso particular, que son las variables observadas en una intervención con apoyo de la tecnología móvil en torno al Cálculo de Varias Variables de ingeniería de la Universidad EAFIT. El estudio de casos que actúa como algo específico, complejo y en funcionamiento siempre tiene unos límites y unas partes constituyentes. Como sistema integrado, se requiere que se aprenda como situación particular y a través de su comprensión, entender que se indaga, cómo el proceso de formación de un campo de las matemáticas configurado, desarrollado y evaluado con el uso de tecnología móvil.

Considerando que el cometido central del estudio de casos es la particularización y no la generalización, se busca con su estudio conocerlo bien, saber que es, cómo se estructura, funciona y generar las variables observadas (en su desarrollo) logradas por los estudiantes con relación al Cálculo de Varias Variables.

El estudio del caso, implicó el acercamiento a otras experiencias investigativas relacionadas con el uso de la tecnología móvil en escenarios escolares, ello para poder a través del estado del arte realizado, poder comprender mejor las características del caso investigado, para captar, aprehender y transferir lo más significativo.

En la perspectiva anterior, el estudio de caso (Stake, 1999) permitió dimensionar los resultados, las acciones aplicadas para solucionar en la perspectiva del proyecto, la problemática se planteó; permitió de igual manera analizar las transformaciones y el sentido del uso de tecnología móvil en torno al Cálculo de Varias Variables. Con el método de casos se pudo además describir la forma como el docente puso en práctica los conceptos teóricos en lo referente a las situaciones y las interacciones en los diferentes ambientes de aprendizaje.

En la recolección de datos, en el estudio de casos, el observador no participó directamente de la situación, siendo su presencia no causal de desatención de los observados y se encargó de implementar el instrumento guía de observación. En el caso de la presente investigación esta opción brindó más posibilidades de análisis, al dar la oportunidad de que la situación fluyera, desde las acciones planeadas por el docente y a partir de las circunstancias complementarias que se propiciaron desde la lógica misma del aprendizaje.

Además de la observación, la encuesta permitió que la recolección de los datos se hiciera a través de los diferentes momentos en el aula de clase, como espacio único, para hacer inferencias respecto a los cambios observados, sus determinaciones y consecuencias. De allí, la importancia de definir el diseño de la investigación que fue trazar unas estrategias para el logro de los objetivos de la investigación y responder a la hipótesis formulada. (Hernández, Collado & Lucio, 1991).

### 3.3. Fases de la Investigación

En el presente proyecto se generaron la tabla de variables a observar en torno al aprendizaje de Cálculo de Varias Variables, los cuales se configuraron a partir de la intervención con el uso de tecnologías móviles y convencionales, de forma que contribuyeran a promover más y mejores espacios de aprendizaje individual como

grupales, aprovechando los dispositivos tecnológicos de computación. Además, estas variables se concretaron para hacer viable el trabajo de campo en la investigación. En la anterior perspectiva la investigación se desarrolló en cinco fases. A continuación se describen cada una de ellas:

#### Fase I: preparación del proyecto

- Exploración del Contexto

En un inicio se comenzó explorando los recursos tecnológicos con los que contaba la Universidad EAFIT, para el caso, cuantas Pocket PC podían estar disponibles para el desarrollo de la investigación, los procedimientos académicos y administrativos demandados para garantizar su préstamo en función de la intervención del proyecto de investigación. En esta fase exploratoria se planteó la pregunta y objetivos de investigación.

- Revisión de la Literatura

La revisión de la literatura comprendió, el estudio de libros, revistas, tesis y otros informes encontrados relacionados con el tema y problema de investigación. Además de lo anterior se realizó una exhaustiva revisión de proyectos en contextos nacionales e internacionales relacionados, que hubiesen empleado tecnología móvil para el aprendizaje de las matemáticas. La anterior revisión fue un insumo fundamental para la configuración del problema, preguntas, objetivo, metodología e instrumentos acordes al proyecto de investigación.

- Formulación de posturas en el proceso de la investigación

La recolección de datos permitió dar cumplimiento a los objetivos específicos que se apuntaron en el objetivo general y con ello construir la tabla de variables a

observar y la propuesta de intervención que describieron en los resultados de la investigación, los cuales se sustentaron teóricamente de manera individual y que aparecen en el siguiente cuadro:

Diferentes posturas y estrategias implementadas en el proceso de la investigación	
Procesos	Intervenciones
Objetivos de la enseñanza	Calidad de preguntas y respuestas Indagación Asimilación Acomodación
Contenidos temáticos	
Usos de objetos de aprendizaje	
Interacción pedagógica	
Medios de tecnología móvil para los procesos de enseñanza-aprendizaje	Aprendizajes Capacidad de interpretar Capacidad de inducción Capacidad de deducción Capacidad de abducción
Método de enseñanza	
Solución de problemas	
Estructura conceptual	
Comparación con el mundo real	
Evaluación del aprendizaje	

*Tabla 2. Categorías y variables a observar.*

- Definición de la población y selección de la muestra

La población beneficiada fueron los estudiantes de los diferentes programas de ingeniería de la Universidad EAFIT de las diferentes ingenierías del semestre 2007/2. La muestra intencional fueron 29 estudiantes del curso de Cálculo de Varias Variables.

- Selección de técnicas y elaboración de los instrumentos para la recolección de datos

Como momento final de esta etapa, se procedió a la selección de las técnicas de la observación, el cuestionario y la elaboración de los tipos de instrumentos: cuestionarios y guía de observación de la clase.

## Fase 2: Motivación al grupo experimental

- Pacto pedagógico

Esta fase buscó en el inicio del curso de Cálculo de Varias Variables realizar el pacto pedagógico con los estudiantes, acordando en el su vinculación a la investigación para mejorar la interpretación de gráficos matemáticos a partir de una intervención con tecnología móvil.

- Conducta de entrada

Implicó también, este momento del proyecto, la aplicación de un cuestionario de entrada en torno al uso educativo de las Pocket PC (VER ANEXO 3).

- Intensión con el uso de las Pocket PC

El grupo experimental es inducido al reconocimiento y manejo específicamente las Pocket PC con el software (3D universal). Por ello, se explica al grupo las intenciones que tiene el proyecto para favorecer el aprendizaje de un saber específico, en este caso la asignatura Cálculo de Varia Variables, una vez explicado el proyecto se hizo entrega a cada estudiante de una Pocket PC para interactuar con el software 3D Universal, se explicó las funciones del menú para ser usada como graficadora (específica) en los diversos temas, sobre todo en relación con objetos del mundo real. Se resalta en este momento, la gran aceptación que tuvo el recurso por parte de los estudiantes, la agilidad para su uso y por la apropiación del manual del software 3D universal.

## Fase 3: Uso de las Pocket PC

Los estudiantes emplean las Pocket PC para desarrollar los gráficos a las diferentes ecuaciones del tema. Simultáneamente en esta fase se indagan y puntualizan elementos teóricos como: ambientes de aprendizaje, educación en matemática, mediación instrumental y demás referentes teóricos, que sustentan la investigación y que se relacionan con las experiencias adquiridas en la primera fase.

Se realizaron además en este momento exposiciones magistrales por parte del docente, empleando ejercicios prácticos para luego ser graficados en la Pocket PC y ser comparados entre los compañeros con el fin de generar los elementos necesarios que ayudarán a los estudiantes en la construcción de conceptos, gestionar aprendizaje y permitir el diseño de sus propias situaciones, a la vez generar sus iniciativas apoyadas en dispositivos móviles, con el objeto de crear en ellos consciencia de la importancia de estas herramientas tecnológicas en el favorecimiento de un aprendizaje más estructurado y coherente. Cabe resaltar que el uso de las Pocket PC (Figura 1) fue constante durante todo el curso, su utilización aplicaba para cualquier tema enseñado por el docente.



*Figura 1. HP iPAQ h5500 Pocket PC de HP.*

En este momento del proceso, los estudiantes también podían utilizar las Pocket PC por fuera del aula con previa reserva, acción que facilitó el Centro de Información Académica de la Universidad EAFIT. Para las actividades de clase un monitor encargado las suministraba de manera directa en el aula para la clase.

#### Fase 4: Actividades generadoras de conocimiento

Esta fase constituye el cuarto momento en el desarrollo de estrategias de enseñanza y aprendizaje con tecnología móvil. Este momento se llevó paralelamente con la fase 2, en tanto se iniciaron acciones didácticas que llevaron a los estudiantes a través del método inductivo, que posibilitara el aprender asistido por la simulaciones del software 3D Universal, gestionándoles la apropiación de los dominios conceptuales y las habilidades lógico-matemáticas con relación al Cálculo de Varias Variables. En este momento se desarrollaron cuatro actividades de intervención que representaron implícitamente la solución de problemas, ellas fueron:

- Modelación de objetos cotidianos hallando su posible ecuación

A partir de una configuración curricular de los eventos de clase por parte del docente de una manera contextualizada y práctica, se llevaron a cabo actividades con los estudiantes que implicaron trabajar en las Pocket PC objetos de la cotidianidad en diversas formas, tales como esferas, elipsoides, paraboloides elípticos, entre otros, con formas compuestas. Los estudiantes a partir del conocimiento y habilidades adquiridas de observación del entorno, hallaban la fórmula matemática utilizando las Pocket PC (software 3D Universal).

Para ello, se hicieron dos experiencias previas:

- Observación del entorno. En este momento los estudiantes llevaron al salón de clase diversos objetos del entorno, allí fueron inducidos

para desarrollar la actividad en relación a objetos del contexto con las ecuaciones matemáticas.

- Utilización del software 3D-Universal. El anterior momento se vio atravesado por el uso de software en cuestión, con el propósito de que los estudiantes graficaran ecuaciones de la forma  $z = f(x, y)$  y que las relacionaran con objetos conocidos con el propósito de potenciar en ellos procesos abductivos. En este evento los estudiantes formularon hipótesis sencillas desde los resultados como por ejemplo: las gráficas de la forma  $z = f(x, y)$  para generar hiperboloides.

Simultáneo a lo anterior, para realizar la actividad en el aula de clase con los objetos seleccionados por los estudiantes se formularon las siguientes preguntas:

- ¿Qué tipo de ecuación modela el objeto seleccionado?
- ¿Cuáles son los posibles parámetros de dicha ecuación?
- ¿Cómo se puede graficar con ayuda del software utilizado?
- ¿Cómo se puede describir a partir del propio proceso de pensamiento del estudiante?

Al finalizar la experiencia, cada equipo de trabajo debía entregar un solo informe en el que se diera cuenta de los procesos por los que pasaron para consensuar la ecuación correspondiente al objeto seleccionado. Pueden verse imágenes al respecto en las Figuras 2 y 3.

En esta etapa, los materiales a disposición de los estudiantes durante la experiencia fueron los siguientes: objeto seleccionado, Pocket PC cargadas con el *software 3D-Universal*, libro de texto y notas de clase. El uso y relación entre éstos se acompañó de una permanente asesoría por parte del docente.



*Figura 2. Resultados gráficos con objetos del entorno.*



*Figura 3. Grupos de trabajo para construir soluciones matemáticas en relación a los objetos del entorno.*

En esta experiencia los aspectos sobre los que el docente centró la atención durante el trabajo de los estudiantes fueron los siguientes:

- Capacidad de los miembros del grupo para colaborar en la solución del problema planteado.
  - Tipos de ecuaciones utilizadas durante la modelación de los objetos llevados a clase.
  - Utilización de parámetros en las ecuaciones construidas.
  - Similitud del objeto elegido con la gráfica resultante.
- 
- Foro virtual para la construcción y solución de problemas grupales

En la plataforma *EAFIT-Interactiva*, se contó con diversos espacios en los que tanto profesores como estudiantes podían interactuar en forma sincrónica o asincrónica. Uno de estos espacios fue el *Foro*, que permitió hacer aportes y subir documentos construidos por los participantes o encontrados en la red con el propósito de apoyar y potenciar los procesos de enseñanza-aprendizaje en relación a la apropiación de los saberes del Cálculo de Varias Variables.

Durante el curso también se utilizó el *Foro* de *Eafit-Interactiva* para que los estudiantes colaboraran en forma asincrónica en la solución de problemas de la materia, herramienta con la que se inducía a la problematización, apropiación e integración de diversos conceptos estudiados en relación al curso.

A manera de ejemplo uno de los problemas típicos del curso en los que para su solución se requería integrar diferentes conceptos fue:

Dada la superficie

$$f(x, y) = 2/(x^2+y^2+1)$$

y la región delimitada por los planos

$$z = 0, y = 0, x = 0 \text{ y } y = -x+2$$

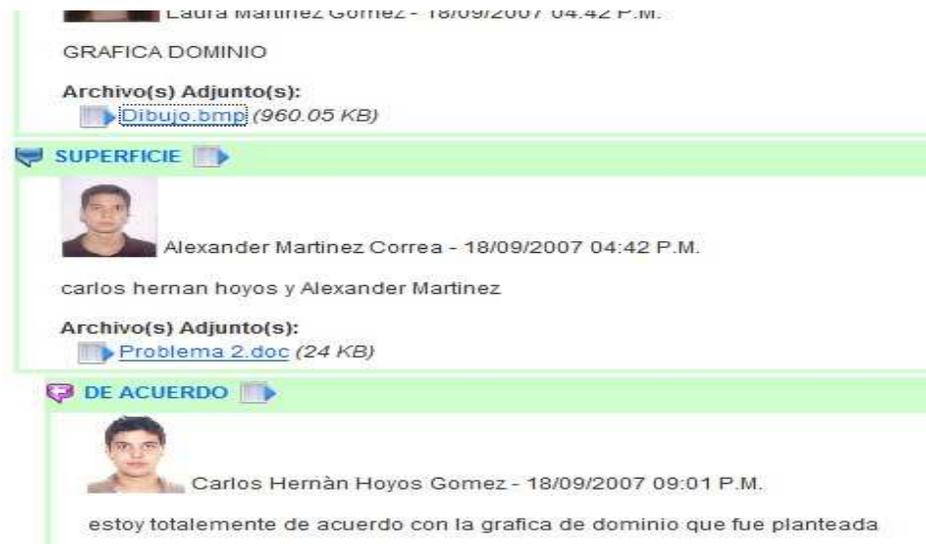
- Dibuje la superficie.
- Dibuje la región D (proyección en el plano xy de la región dada).
- Plantee la integral doble para calcular el volumen que se encuentra encerrado debajo de la superficie y encima de la región D
- Al plantear las integrales de tipo I o II ¿cuál resulta más sencilla de calcular? Explique.

En el aula de informática se colocaron a disposición los siguientes elementos:

- Libro de texto.
- Computadoras con conexión a *Internet*.
- La plataforma de EAFIT-Interactiva.
- Direcciones con *applet* referentes al tema tratado.
- Pocket PC cargadas con el software 3D-Universal.
- *Software* básico: Word, Excel, entre otros.
- Asistentes matemáticos: Derive, MatLab.

Se planteó a los estudiantes que las ideas, fórmulas, gráficas y respuestas que fueran hallando durante el proceso las subieran al *foro* de EAFIT-Interactiva, para que sus compañeros las pudieran observar y de esa forma recibir realimentación. En relación a lo anterior puede verse la Figura 4.

La solución partió de la gráfica de la función propuesta en las Pocket PC. A partir de ella se generaron las posibles soluciones planteadas.



*Figura 4. Colaboración a través del foro de EAFIT-Interactiva, en tiempo real, entre el grupo de estudiantes participantes como evento en el que se puede notar el envío de gráficas y archivos de texto para apoyar los procesos de aprendizaje.*

Durante el proceso de *diálogo* generado a través del foro se destacan los siguientes aspectos:

- Se llega a un acuerdo colectivo sobre las distintas formas de soluciones planteadas.
- No es fácil comunicar lo que se piensa.
- Se comunica de diversas formas (gráficos, ecuaciones, dibujos, etc.) lo que se piensa.

En esta etapa se tuvo como premisa que en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo y de las Matemáticas se tuviesen espacios en los que los estudiantes pudiesen expresar libremente las ideas y formas en relación a la solución a los problemas planteados. Además, se facilitaron recursos didácticos para apoyar las soluciones planteadas.

En relación con lo anterior y con los ejercicios planeados en esta etapa se pueden destacar los siguientes aspectos:

- Se crearon espacios de interacción que propiciaran el trabajo colaborativo en el contexto de las matemáticas.
- Se favoreció la utilización de diferentes herramientas tecnológicas que apoyaran las soluciones planteadas y facilitaran la comunicación entre los participantes.
- Se evitó la utilización inadecuada de las herramientas a disposición para la solución de ejercicios.

La etapa permitió evidenciar el uso de la herramienta tecnológica con una intencionalidad de intervención y una adecuada configuración didáctica, que se apoyó decididamente en la construcción conceptual, de comunicación y divulgación de las soluciones planteadas por los miembros de cada grupo de aprendizaje. Al respecto en la Figura 5, se aprecia el ambiente de trabajo en el aula de cómputo.



*Figura 5. Solución colectiva de un problema de Cálculo de Varias Variables.*

- Etapa de construcción de mapa conceptual sobre la importancia y conceptos claves del Cálculo de Varias Variables.

En este momento del proceso se usaron los mapas conceptuales, como una herramienta de exploración, indagación y evaluación del aprendizaje adquirido. En la perspectiva anterior, se desarrolló como una actividad de manera personalizada que se ejecutaba con base en un amplio dominio de los contenidos del curso, explicando la estructura del Cálculo de Varias Variables y sus aplicaciones al entorno, una vez que los estudiantes terminaran la actividad enviaban al docente y sus compañeros el mapa conceptual de su autoría.

La etapa previa a la demanda de la tarea anterior, incluyó una fundamentación teórica y metodológica a los estudiantes de qué era un mapa conceptual, insistiendo en la importancia de hacer frases con sentido semántico entre concepto-palabra enlace-concepto. Para la actividad se utilizó el software *Cmap Tools* y se desarrollaron ejercicios didácticos que facilitaron la apropiación del mismo por parte de los estudiantes.

Las preguntas planteadas para el desarrollo de las actividades elaboradas en esta etapa fueron las siguientes:

1. ¿Qué conceptos de cálculo ha estudiado durante su vida estudiantil?
2. ¿Cómo se relacionan esos conceptos unos con otros?
3. ¿Qué aplicaciones tiene el cálculo?
4. ¿Cómo relacionó los conceptos con las aplicaciones?

En el desarrollo de esta actividad los estudiantes disponían del libro de texto (Stewart, 2006), conexión a Internet y asesoría por parte del profesor. A través del curso no se trabajó de manera permanente con los mapas conceptuales. La actividad de los mapas conceptuales, fue fundamentalmente puntual y se realizó durante una sesión de 90 minutos como un proceso de regulación de la comprensión adquirida por parte de los estudiantes de los conceptos vistos durante el desarrollo del curso (Figura 6).

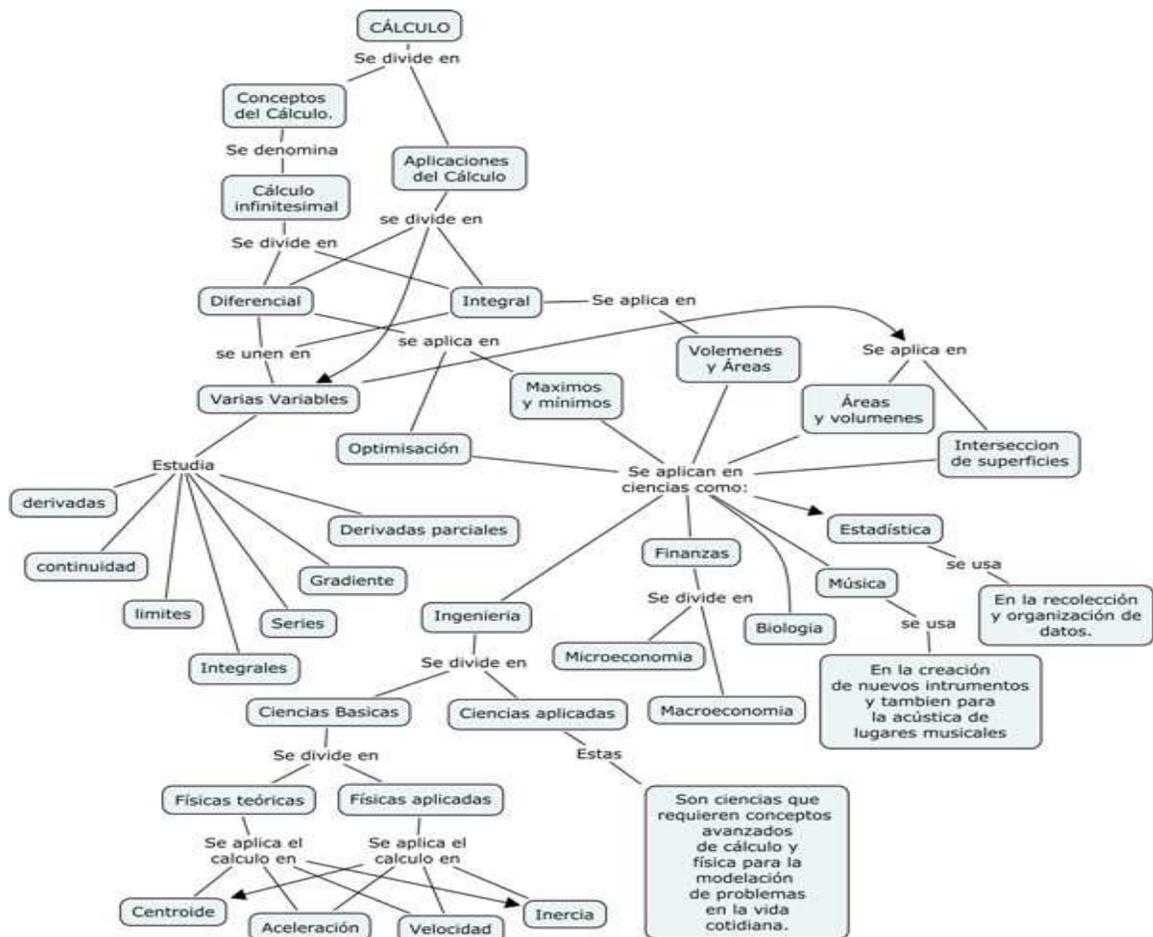


Figura 6. Mapa diseñado por un estudiante del grupo experimental. El mapa es representativo de los realizados por el grupo. Se observa en el las conexiones apropiadas para los conceptos desarrollados que se conectan con el mundo cotidiano.

- Etapa de diseño de maquetas de objetos del entorno, teniendo como referente su ecuación matemática en el modelado (proyecto final del curso)

El proyecto final del semestre, consistía en diseñar una maqueta de una figura o estructura arquitectónica del entorno. Aquí se trabajó la habilidad experimental de encontrar acertadamente un objeto del entorno, a partir de la elección libre de un tema de la materia por los estudiantes, teniendo en cuenta lo aprendido en el semestre. Para la elaboración del objeto se utilizaron materiales reciclables: madera, arcilla, papel, etc. En esta etapa, la creatividad fue un ingrediente fundamental para explicar matemáticamente la gráfica que forma el objeto con base en la ecuación ingresada desde la Pocket PC y para mostrar un dominio de los conceptos inmersos en ella.

La intencionalidad en la etapa era que a través de esta actividad se estableciesen relaciones más aproximadas al contexto. En ella los estudiantes desde su capacidad de observación seguían un proceso establecido de la siguiente forma:

1. Observación del mundo que nos rodea a partir de objetos.
2. Descripción del mundo que nos rodea con base en objetos.
3. Elección del objeto matemático a partir de un tema del cálculo en particular.
4. Construcción del objeto matemático.
5. Trabajo matemático con el modelo del objeto.
6. Interpretación de resultados desde la realidad.

En esta etapa fue fundamental la explicación que cada grupo daba en relación a la conexión que ellos argumentaban de su trabajo con el referente al contexto, su justificación del porqué eligieron determinada figura y cuáles eran los conceptos matemáticos que la formaban. En este momento se realizan de igual manera preguntas cognitivas para que el grupo descubriera que objeto fue modelado y

que concepto matemático se desarrolló; las preguntas tipo llevadas a cabo al respecto fueron: ¿Qué objeto es?, ¿Qué concepto matemático se desarrolló? ¿Cómo fue la posible solución del problema? A los anteriores interrogantes, se adicionaron otros de tipo metacognitivo: ¿Cómo fue la solución del problema?, ¿Qué tan cerca estuvo el objeto desde los conceptos planteados?

El análisis y desarrollo de las anteriores preguntas en esta etapa puso en evidencia que los estudiantes presentaban un alto grado de conocimiento y motivación en sus respuestas.

En esta etapa, con el apoyo de la plataforma EAFIT interactiva, cada estudiante podía encontrar un instrumento de aprendizaje complementario llamado *Applet de Java* (VER ANEXO 6) y simulaciones informáticas de conceptos específicos para el Cálculo de Varias Variables. Bajo esta perspectiva, el docente en la medida que avanzaba en el tema dejaba los *link* de los *applet* para que el estudiante lo manipulara con diferentes parámetros y pudiera observar las múltiples respuestas gráficas.

De igual manera, esta etapa estuvo atravesada por la potenciación de la actividad independiente de los estudiantes a partir de tareas diferenciadas y graduadas, las cuales estaban orientadas hacia la comprensión conceptual y al desarrollo de las habilidades lógica-matemáticas para la resolución de problemas. En este momento se propendió para que las actividades colaborativas que se desarrollaban en el aula a partir de la resolución de problemas planteados por preguntas o tareas, fueran desde una construcción colectiva y consensuada del grupo de trabajo. Así, la resolución de problemas fue una estrategia constantemente empleada por el docente para generar el aprendizaje. Desde esta perspectiva se buscaba desarrollar la habilidad del estudiante para aplicar los contenidos aprendidos con flexibilidad y criterio y se le brindaba un rango de problemas y situaciones problémicas que planteados desde la cotidianidad, buscaban ayudar a desarrollar la argumentación matemática a partir del análisis

variado de alternativas de solución llevadas a cabo de forma individual y grupal; en este proceso se ayudaba por el docente en los posibles vacíos conceptuales y metodológicos que los estudiantes pudieran tener con relación a la solución de las tareas.

Finalmente, en esta etapa las preguntas fueron una estrategia fundamental para generar desequilibrio, re-estructuración, re-acomodación, asimilación y construcción de conocimiento. Mediante ellas, el estudiante planteaba su posible solución sin ser juzgado por sus respuestas que eran escuchadas por los compañeros y docente. En este momento utilizaba la Pocket PC como herramienta de confirmación, indagación y contraste. La exposición directa a los estímulos, la generación de experiencias positivas y sinérgicas de aprendizaje mediado, permitían en esta etapa al estudiante la incorporación de conceptos significativos, sustentados en un ambiente de enseñanza apropiado.

#### Fase V: Evaluación del curso por parte los estudiantes

En esta parte del proceso, los estudiantes efectuaron sus valoraciones sobre lo vivenciado en el semestre (VER ANEXO 4 Y 5). En este momento del trabajo, se puso en evidencia que el uso de las Pocket PC ayudó a la comprensión de los ejercicios de las clases, ya que la gráfica podía manipularse para ser observada en diferentes planos, situación que conllevó a facilitar el razonamiento y la construcción de juicios críticos alrededor de los ejes temáticos. En otra perspectiva el docente, a través del mencionado recurso didáctico, podía observar evidencias de las falencias alrededor de conceptos en los estudiantes y contrarrestar éstas situaciones a partir de abordajes didácticos complementarios, en las que se incluía el hacer conciencia sobre su responsabilidad frente al proceso de aprendizaje, estrategia que conllevaba a internalizar el saber en beneficio de soluciones conscientes y planeadas.

Como testimonios de los estudiantes respecto al proceso se recopilaron los siguientes:

“El uso de la Pocket PC con el software 3D Universal me permitió graficar los conceptos que el docente está enseñando y compararlo con los de mis compañeros”.

“Las calculadoras modernas pueden hacer lo mismo que estas Pocket PC, pero el sentido era que reconociéramos el uso de la tecnología para nuestro aprendizaje el cual valoro mucho”.

“El software que utilizamos 3D Universal, fue diseñado especialmente para ese grupo como proyecto de investigación, me pareció una interfaz muy amigable y fácil de utilizar, es la primera vez que soy parte de un proyecto así y lo agradezco para mi futuro profesional”.

“Particularmente entendí que el entorno que nos rodea es un mundo matemático y que esos objetos que hacen parte de este mundo se podían modelar desde la Pocket PC con ecuaciones matemáticas”.

Esta fase permitió, de igual manera, valorar por parte de los estudiantes como el trabajo de aprender haciendo, permitía desarrollar procesos de observación, exploración, indagación, experimentación e interpretación del conocimiento, integrando estas habilidades en su formación integral y en beneficio de su calidad de vida (Camelo & Mancera, 2005). En los eventos de aprendizaje realizados se incorporó una didáctica que potenciara el desarrollo del pensamiento matemático como elemento dinamizador en el desarrollo de habilidades cognitivas y metacognitivas, apoyas directamente por dispositivos móviles y apoyados por dispositivos tecnológicos convencionales.

La fase de evaluación mostró como los principios metacognitivos para articular la enseñanza con el aprendizaje, desde el trabajo en el aula, no solo aportaron al desarrollo de habilidades y estructuras conceptuales en los estudiantes, sino que se convirtieron en un instrumento de conocimiento de las operaciones mentales para el desarrollo de competencias, permitiendo evidenciar qué son, cómo se utilizan y cuándo hay que utilizarlas. Desde esta perspectiva, el razonamiento, demostración, interpretación de gráficos y/o expresiones simbólicas y resolución de problemas fueron actividades cognitivas focalizadas para el desarrollo del pensamiento matemático, tal como lo sugiere el Ministerio de Educación del Perú (Puerta, 2006).

### 3.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de la Información.

#### 3.4.1 La observación.

En esta investigación se emplearon como técnicas para la recolección de la información: la observación y los cuestionarios. En la primera técnica se utilizó la observación no estructurada, la cual tuvo por objeto lograr un conocimiento exploratorio y aproximado al caso de estudio desarrollado desde la intervención con tecnología móvil en torno al Cálculo de Varias Variables por parte de los estudiantes adscritos a programas de ingeniería de la Universidad EAFIT.

De igual manera se utilizó la observación estructurada, con la que se buscó obtener una información primaria mucho más precisa y específica a través de un contenido de observación que dependió de una guía de observación fija y no flexible por parte del observador (Sandoval, 1996). En este segundo tipo de observación, existió una menor libertad de escogencia respecto a los fenómenos

que constituían el contenido de la observación en el aula de clase y en EAFIT Interactiva, puesto de antemano se definían los aspectos relevantes y no relevantes en función de la pregunta y objetivos de investigación.

Con la observación estructurada fue posible realizar una descripción sistemática durante el semestre de los vínculos pedagógicos relacionados con el proyecto, con el propósito de verificar o no la hipótesis. En este sentido, la técnica en cuestión permitió centrar la atención en el ambiente escolar y extracurricular en que los estudiantes del grupo experimental desarrollaban sus actividades de aprendizaje, en función de las categorías y variables de investigación que se definieron (Sandoval, 1996).

Las observaciones efectuadas en función de la guía de observación que se anexa fueron registradas en el diario de observación (VER ANEXO 1), en el cual se recogieron y registraron los datos en uno y otro tipo de observación con relación a lo que se veía, se escuchaba, lo que se presenciaba alrededor del problema de investigación, esto permitió analizar las acciones frecuentes e inusuales que pueden alterar el proceso de enseñanza aprendizaje, incluso las acciones estrechamente relacionados con el aprendizaje de los estudiantes. Es de anotar que el proceso de observación se realizó de forma constante y sistemática, la cual se llevó a cabo sólo en el aula de clase y a través de las actividades complementarias que el docente propuso en EAFIT Interactiva.

### 3.4.2 El cuestionario

En el cuestionario se emplearon preguntas abiertas y cerradas para un fin exploratorio y descriptivo en la recolección de información (Sandoval, 1996). En lo

exploratorio fue posible obtener información sobre problemas y necesidades detectadas en los estudiantes y desde lo descriptivo se posibilitó la reseña de situaciones ocurridas y/o opiniones de los participantes en referencia a las realidades vivenciadas en el ambiente de aprendizaje escolar.

Para la investigación, se partió con un cuestionario inicial exploratorio sobre conocimientos básicos sobre cálculo, donde las preguntas apuntaban a conceptos matemáticos y la relación de éstos con fenómenos del contexto (VER ANEXO 2). En secciones posteriores se aplicó un cuestionario sobre tecnología móvil, que permitió observar el nivel de uso de los estudiantes de este medio tecnológico y su aplicación en el ámbito educativo (VER ANEXO 3). Al finalizar la investigación se aplicó un último cuestionario que tuvo por objetivo analizar la metodología del curso y el impacto en el aprendizaje (VER ANEXO 4).

## CAPITULO 4. RESULTADOS

### 4.1 Análisis del aspecto cognitivo

Los estudiantes en su proceso de aprendizaje en el programa de Cálculo de Varias Variables mediado por tecnología móvil, potenciaron desde lo cognitivo habilidades que apuntaron a identificar conceptos matemáticos a ser aplicados en la solución de problemas (reales). Lo anterior, conllevó a interpretar resultados, indagar sobre otras posibles soluciones y a reconstruir conceptos a partir de los conocimientos previos, articulados con las representaciones gráficas de las ecuaciones matemáticas relacionadas con los objetos del entorno. Además de lo anterior, desde lo metacognitivo hicieron consciencia de sus habilidades de reflexión sobre el nuevo conocimiento, del análisis de los diferentes resultados y de la aplicación explícita de los conceptos al problema a ser resuelto en la situación de la clase.

En este proceso el docente acompañó a los estudiantes para que se adecuaron a la nueva situación de confrontación del problema, en principio el estudiante intentaba entender el evento de aprendizaje a partir de las explicaciones y las discusiones de clase, que se orientaba más allá de la simple memorización, donde el análisis y la confrontación con los pares jugó un papel importante para ayudar a apropiarse de la información desde en un contexto significativo los conceptos y las actividades desarrolladas en clase.

El docente mostró a los estudiantes ejercicios resueltos, explicó su procedimiento, los analizó como casos para generar analogías y comparaciones, encontrando estructuras generales con relación al tipo de problemas e indicó la forma de desarrollarlos; modelando todo ello en torno a un eje temático específico. El estudiante debía aplicar los conocimientos adquiridos en la solución de los

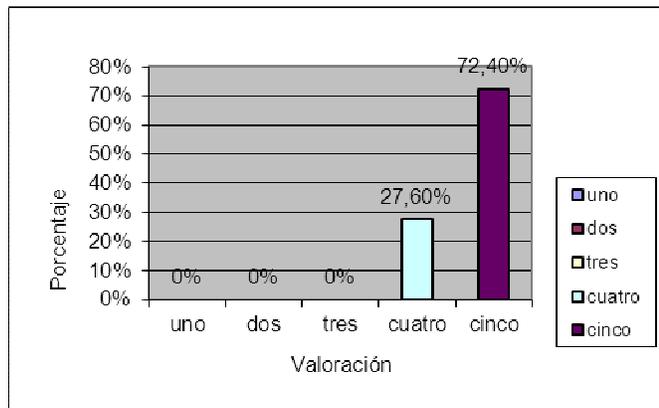
problemas propuestos utilizando el software 3D universal de las Pocket PC, pero teniendo en cuenta que era necesario aplicar solo los conceptos referenciados para el caso particular que planteaba el problema.

En otros momentos de la relación pedagógica entre el docente y los estudiantes, la interacción entre los conceptos aumentó la complejidad de lo aprendido, allí aparecieron nuevos mecanismos que obligaron al estudiante a aplicar el aprendizaje adquirido en retrospectiva, bien a partir de un constructo colectivo o mediante autoexplicaciones promovidas por el docente, como mecanismo de reflexión para dar sentido al resultado obtenido.

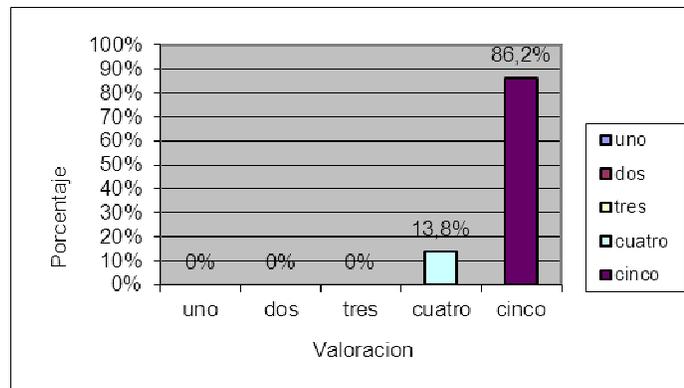
Cabe destacar, como en el desarrollo del curso, que los estudiantes fueron capaces de desarrollar problemas con precisión y recursividad, además de aplicar el conocimiento a situaciones que implicaron relacionar objetos del entorno con circunstancias matemáticas desde las situaciones problemas de clase, por ello el trabajo grupal se centró principalmente alrededor de la construcción de argumentos matemáticos para resolver el problema, así, los integrantes a partir del conocimiento adquirido, justificaban las estrategias de solución, intentando a partir de diversos caminos alcanzar una solución concreta consensuada. Por esta vía, la comprensión general y específica se hizo visible en el desarrollo de los problemas y su posterior explicación.

Al final del curso los estudiantes de manera autónoma aplicaron soluciones a los problemas planteados con precisión y recursividad, además fueron capaces de proyectar su conocimiento a situaciones que implicaban relacionar objetos del entorno con los conceptos matemáticos desde la creación de maquetas de formas matemáticas, demostrando así el aprendizaje significativo que habían adquirido. Desde lo cognitivo los aspectos generados, recogidos en la observación y en las encuestas se muestran a continuación, donde se evalúa en una escala de 1 a 5:

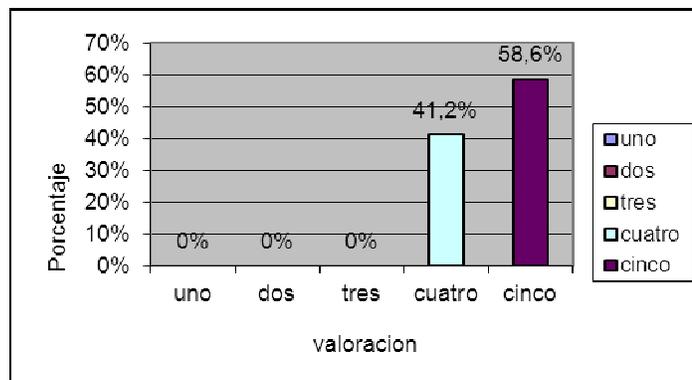
1. Interacción efectiva con el software 3D universal para desarrollar interés por el aprendizaje.



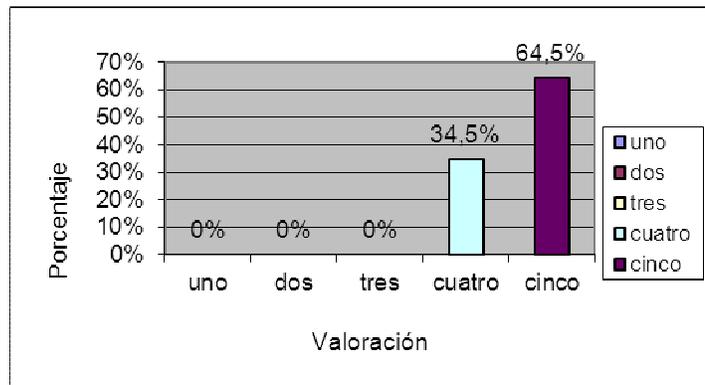
2. Los problemas de clase acercan al estudiante a ubicarse en contexto.



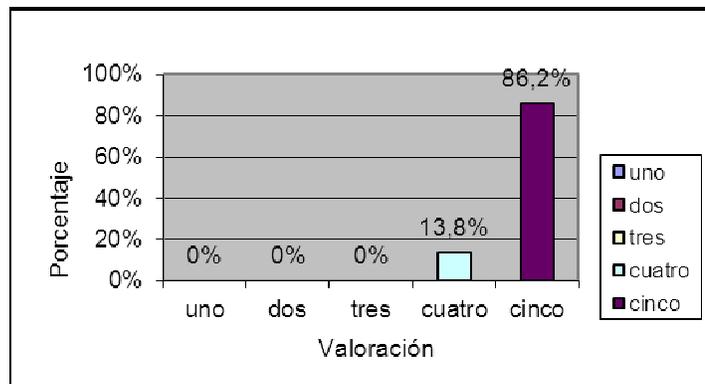
3. El trabajo colaborativo permite adquirir y reestructurar conocimientos.



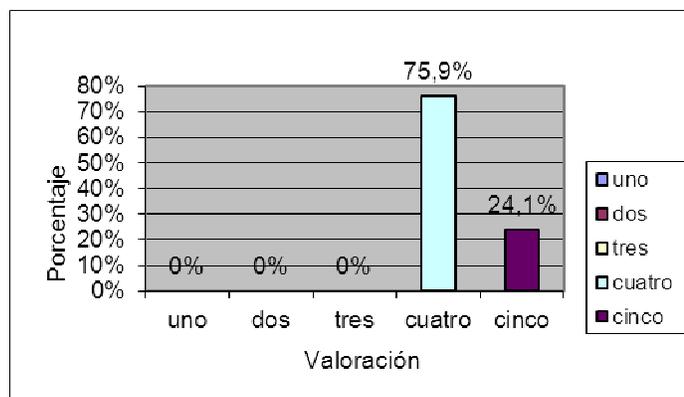
4. El software 3D universal complementa las explicaciones del docente en forma gráfica.



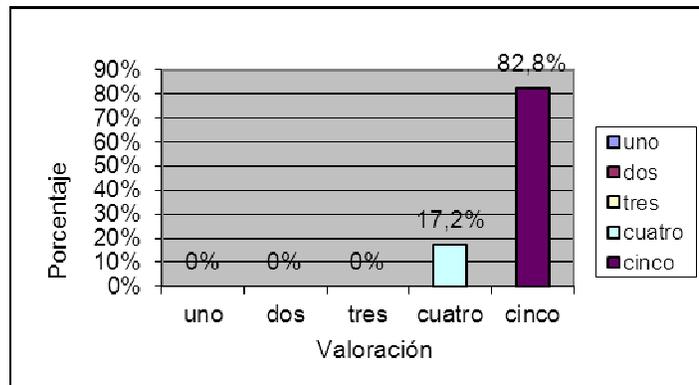
5. Las superficies matemáticas modeladas en las Pocket PC, son mejor analizadas por los estudiantes.



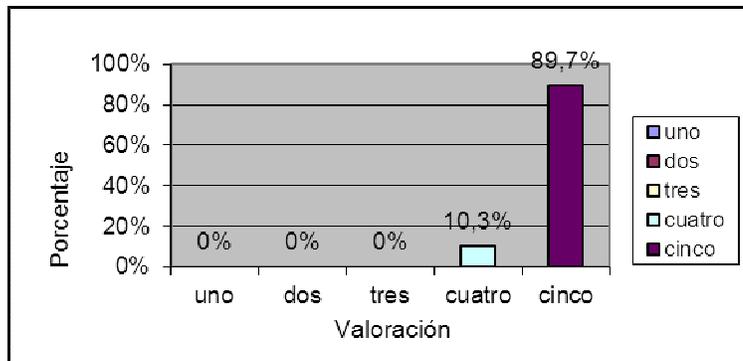
6. Seguridad de los estudiantes para el manejo de temas de Cálculo de Varias Variables.



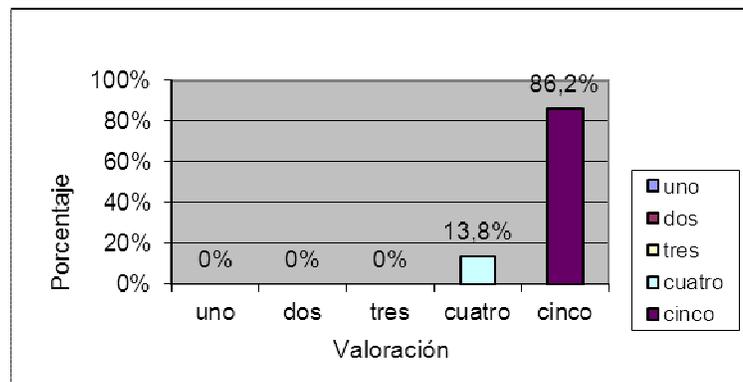
7. Interpretación de datos a partir de un mayor análisis por los estudiantes, proceso que fue apoyado por los ejercicios de clase.



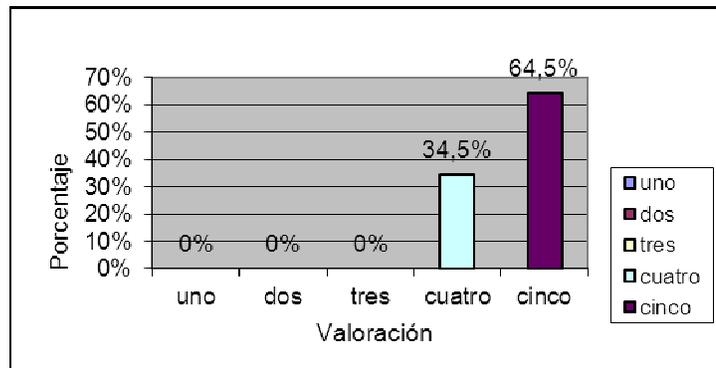
8. Los gráficos en 3D mejoran la comprensión de los estudiantes al observar las leyes que los forman.



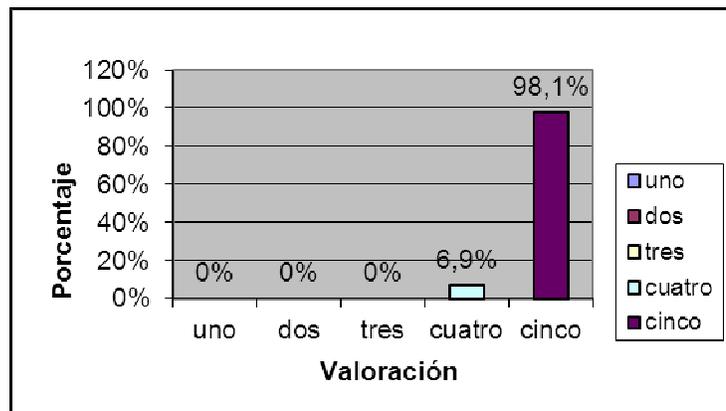
9. Los conceptos matemáticos son asimilados por los estudiantes e interpretados en la resolución efectiva de problemas.



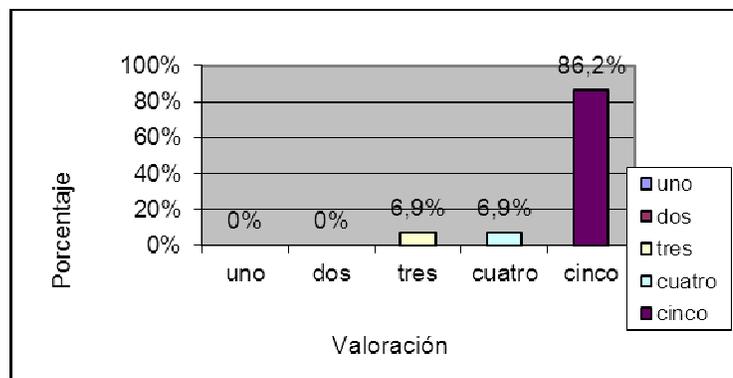
10. La construcción de las respuestas se desarrolló colectivamente a partir de temas de clase.



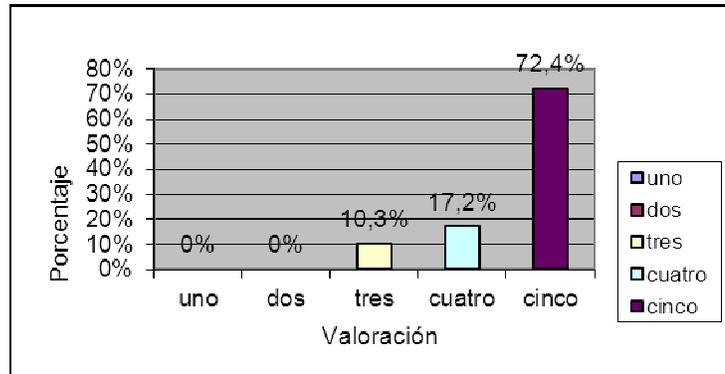
11. El análisis de información parte de las gráficas generadas por las Pocket PC.



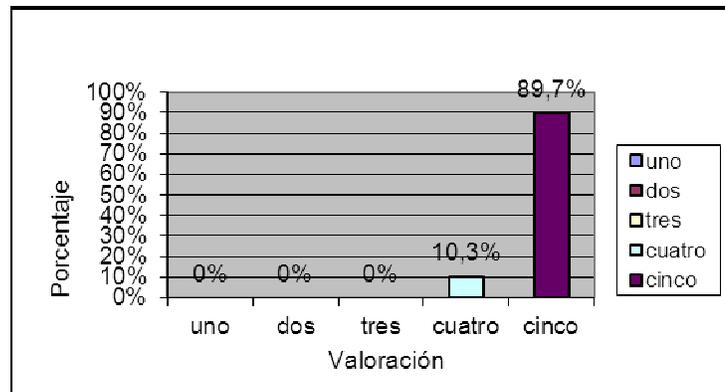
12. La calidad en el aprendizaje es potenciado por el uso de la tecnología móvil con actividades diferenciadas y complementarias.



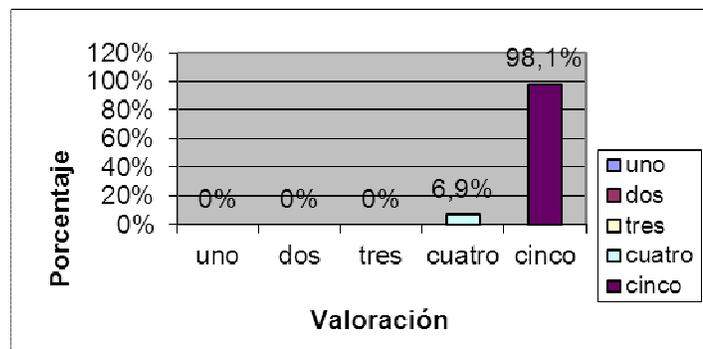
13. La concentración de los estudiantes es mejorada por el uso de las Pocket PC, en los procesos de formación de conceptos.



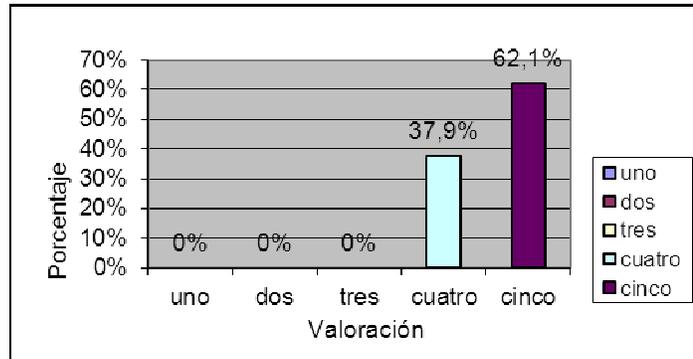
14. La representación de objetos del entorno es mejor asociada y comprendida desde conceptos matemáticos.



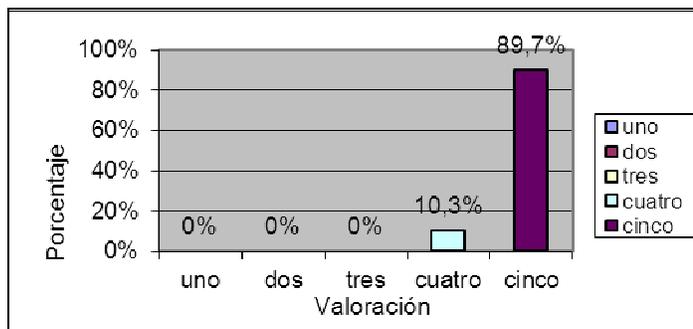
15. La solución de problemas matemáticos se interviene por las habilidades cognitivas y metacognitivas desarrolladas por los estudiantes.



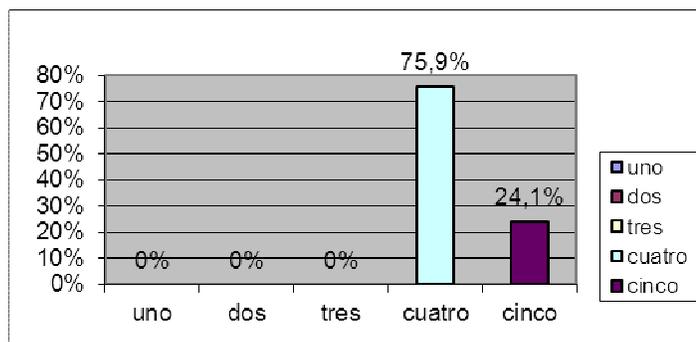
16. La selección de problemas a desarrollar autónomamente, motiva a los estudiantes a llegar a soluciones eficaces a partir de diversidad de relaciones conceptuales y metodológicas.



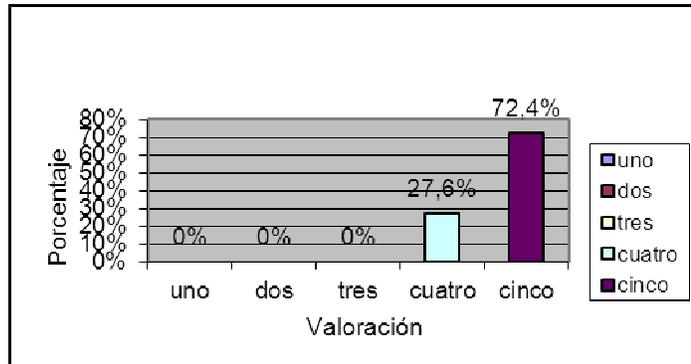
17. Las preguntas del docente llevan a completar los vacíos conceptuales del estudiante.



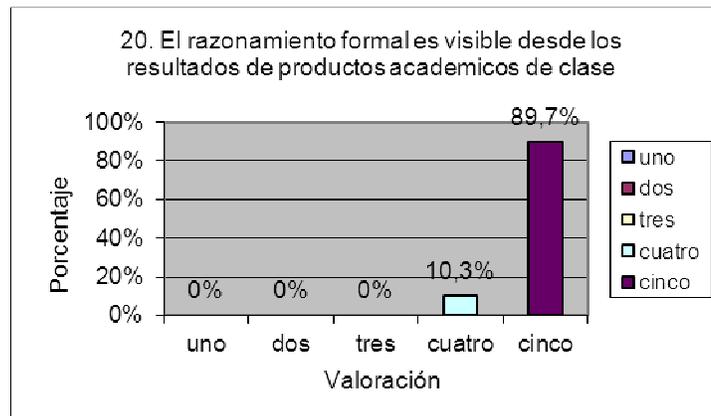
18. Los estudiantes se sienten muy bien preparados para asociar los temas del Cálculo de Varias Variables en un contexto específico.



19. A partir de gráficas los estudiantes realizan comprensión en un contexto específico.

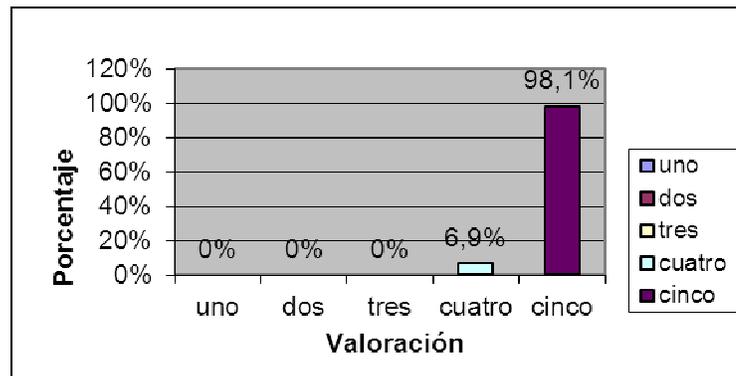


20. El razonamiento formal es visible desde los resultados de productos académicos de clase.

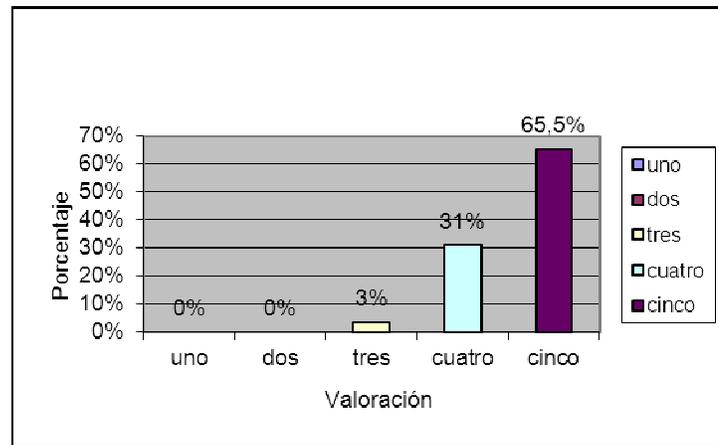


21. Aplicación

correcta de operaciones matemáticas en nuevos contextos.



22. Ejemplos de objetos del entorno para relacionarlos con objetos cotidianos.



#### 4.2 Análisis de los aspectos procedimentales

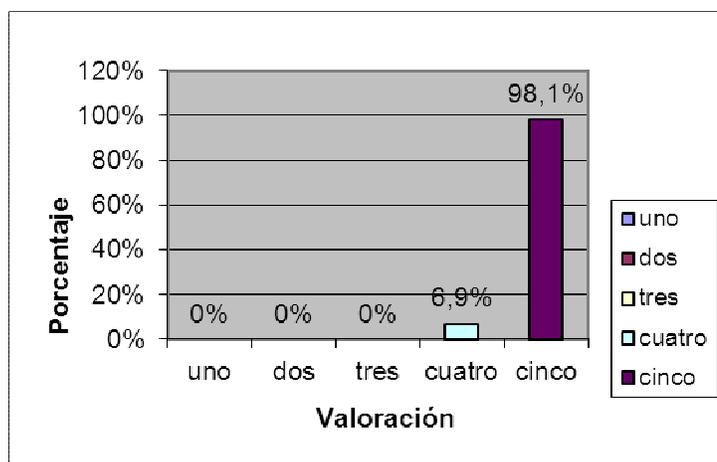
Desde lo procedimental, el uso de las Pocket PC en la clase facilitó el generar ambientes de trabajo colaborativo. El aprendizaje en este ámbito se verificó en la familiarización de los estudiantes con la capacidad de comprender y asimilar en un tiempo prudencial el uso de estos dispositivos para su aplicación, lo que facilitó la adquisición de conceptos matemáticos en forma individual y colectiva a lo largo del curso. En este sentido, se generaron actividades colectivas en todas las clases, al igual que trabajo grupal y autónomo por fuera del aula de clase cuando estudiantes lo creyeran conveniente. Los dispositivos móviles posibilitaron, también a los estudiantes la adquisición de información de manera inmediata, como la construcción de estrategias para valorar dichos contenidos de manera efectiva y colectiva respecto al requerimiento que demandaba el problema, además de identificar funcionalidades y requerimientos para el desarrollo de los contenidos por parte del docente.

La metodología de clase propuesta por el docente llevó al estudiante a modificar sus procedimientos para la adquisición del aprendizaje y a responder por un uso

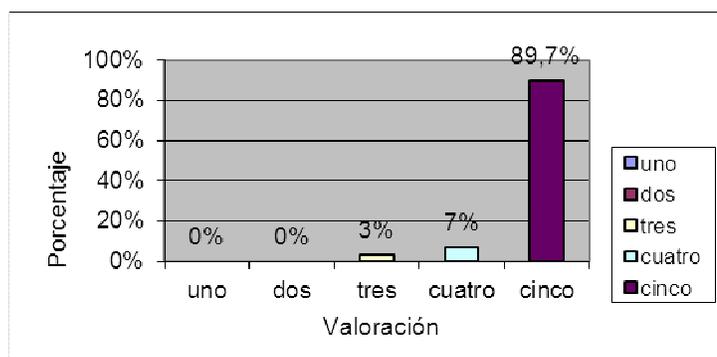
eficaz del dispositivo móvil, validando sus formas de intervención y aplicación en las actividades de clase para llevar a la práctica lo aprendido respecto a los conceptos matemáticos correlacionados con aquellos objetos con que los discentes se relacionan directamente en su entorno cotidiano.

Desde el aspecto procedimental los aspectos generados y recogidos en la observación se muestran a continuación, donde se evalúa en una escala de 1 a 5:

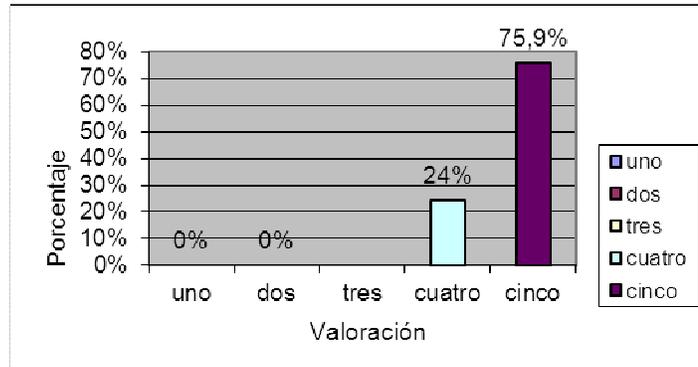
1. Interacción con dispositivos de tecnología móvil, caso Pocket PC, para desarrollar ejercicios de clase.



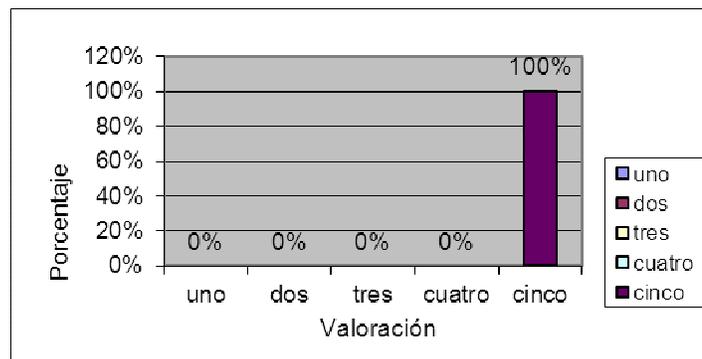
2. La adquisición de conocimiento parte de un contexto significativo dotado de sentido.



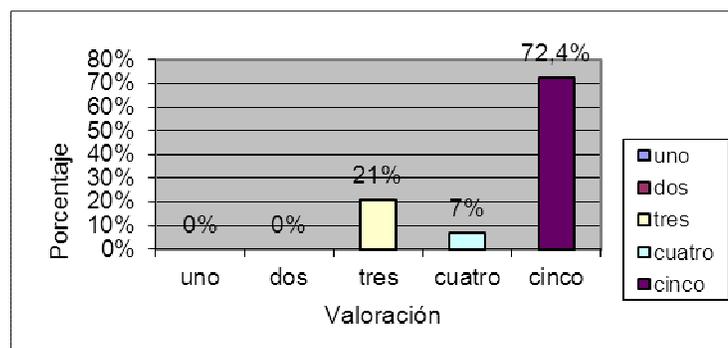
3. Las gráficas de los estudiantes concuerdan con las que el docente desea enseñar.



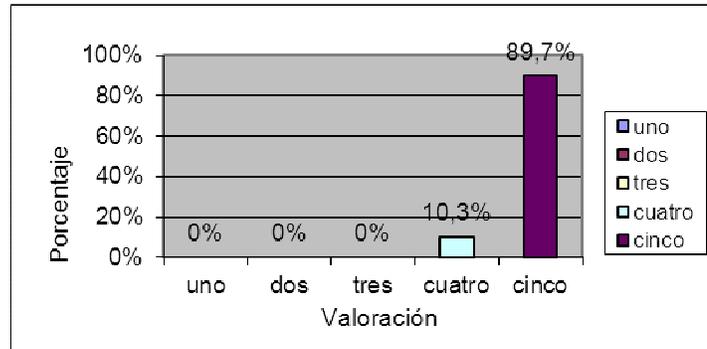
4. El reconocimiento de las funcionalidades de las Pocket PC, para ser utilizadas como herramienta de clase.



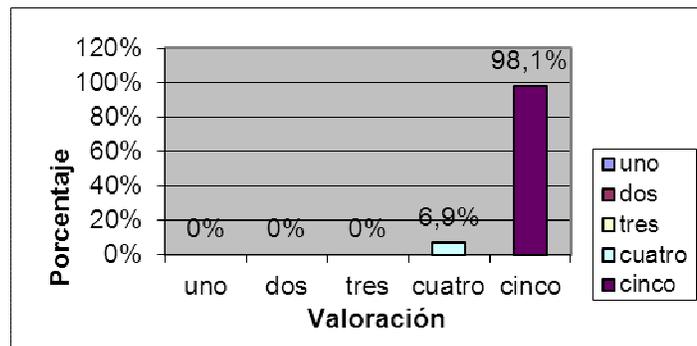
5. Acceso a EAFIT Interactiva para complementar información de la clase.



6. Los vacíos conceptuales de los estudiantes son resueltos desde la misma intervención de clase.



7. La metodología del curso aportó en los estudiantes el aprovechamiento de tecnologías móviles con el apoyo de tecnologías convencionales.

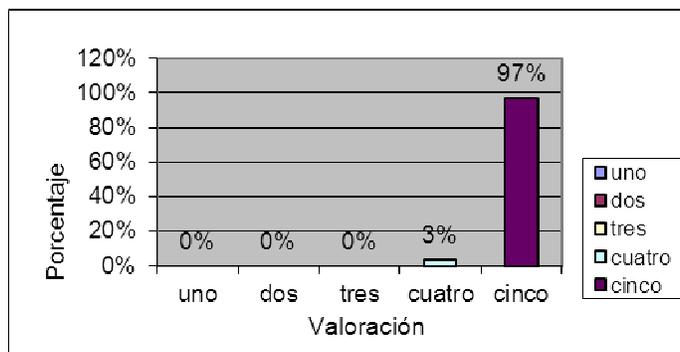


#### 4.3 Análisis de los aspectos actitudinales

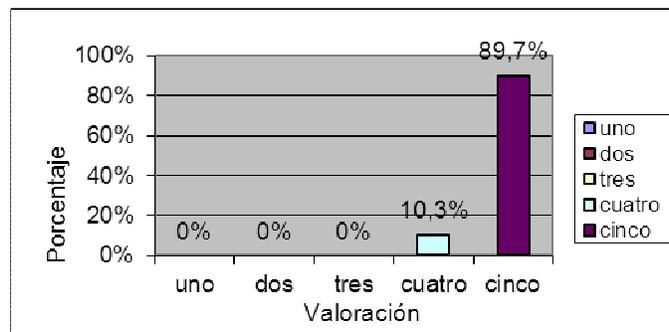
Con relación a esta dimensión, se destaca el cambio de aproximación didáctica al tipo de trabajo en los cursos de cálculo que los estudiantes venían con anterioridad desarrollando. En este sentido, la intervención empleada motivo a los estudiantes a desarrollar sus conceptos, por medio de la Pocket PC que incluía el software 3D Universal, esto permitió reflejar una actitud responsable y una perspectiva crítica, analítica, constructiva y autónoma frente a la solución de problemas de cálculo, también favoreciendo una construcción a partir de la

discusión colectiva y la reflexión individual, de los conceptos matemáticos necesarios para plantear la solución a los problemas propuestos. En una valoración cualitativa de la experiencia al final del curso los estudiantes rescatan la metodología implementada en el curso de la cual fueron participes, afirmando que les aportó mucho en el reconocimiento y construcción de los conceptos matemáticos para el Cálculo de Varias Variables, lo que fue visible y coherente con los resultados cuantitativos que se dieron en el desarrollo del curso. Los estudiantes, además, apoyaron las diferentes actividades con el uso de tecnología convencional de manera individualizada al ampliar sus conocimientos con el uso del banco de “*applet de Java*” que se habían recopilado como material complementario para el curso. Desde el aspecto actitudinal los aspectos generados y recogidos de la observación y resultados se muestran a continuación, donde se evalúa en una escala de 1 a 5:

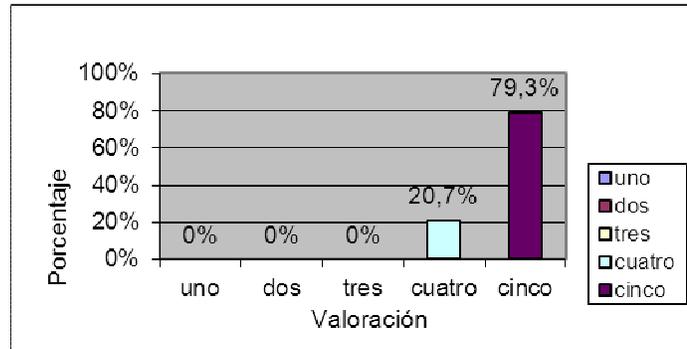
1. Uso de tecnología móvil (Pocket PC), para apoyar el aprendizaje de los temas del Cálculo de Varias Variables.



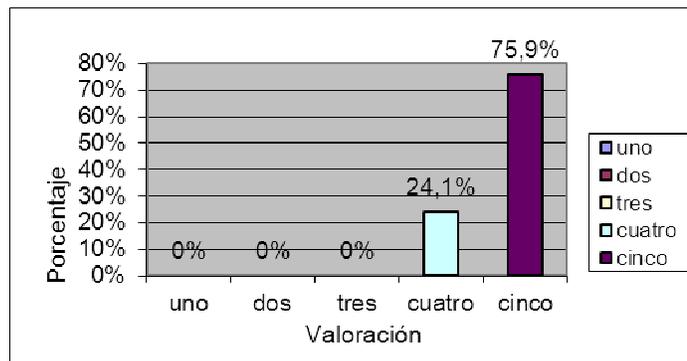
2. Valoración inicial del uso de tecnología móvil para apoyar el aprendizaje del Cálculo de Varias Variables.



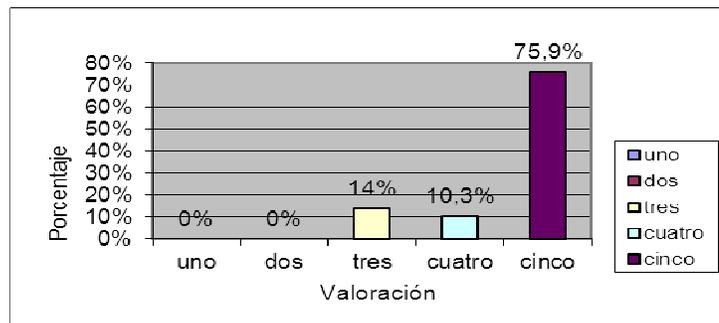
3. Apoyo del aprendizaje de los diferentes temas, los estudiantes ven la necesidad del uso de tecnología móvil, para interactuar en cualquier momento y lugar.



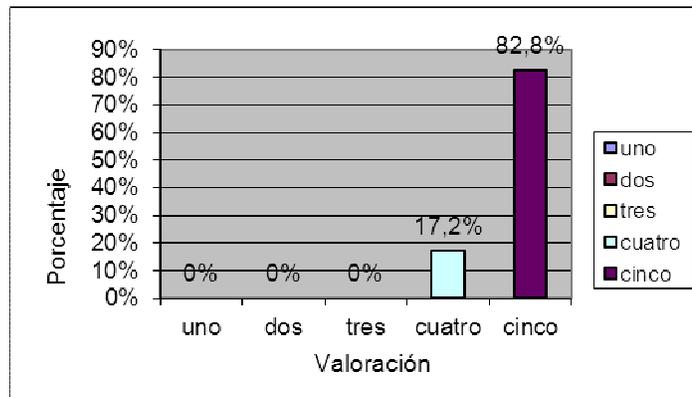
4. La tecnología móvil es vista por los estudiantes como una herramienta para el apoyo del aprendizaje en Cálculo de Varias Variables.



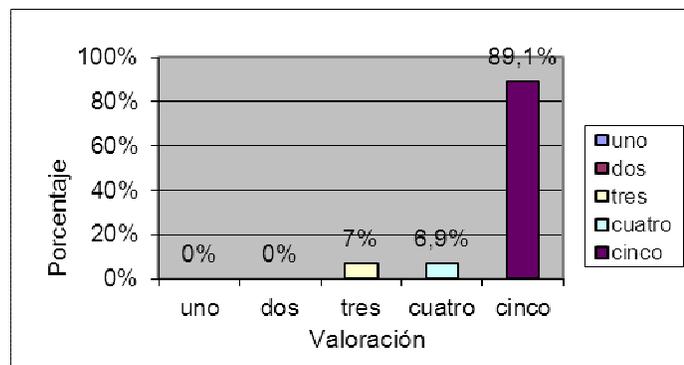
5. Cambio de actitud frente a los dispositivos móviles, para ser usados en procesos de aprendizaje.



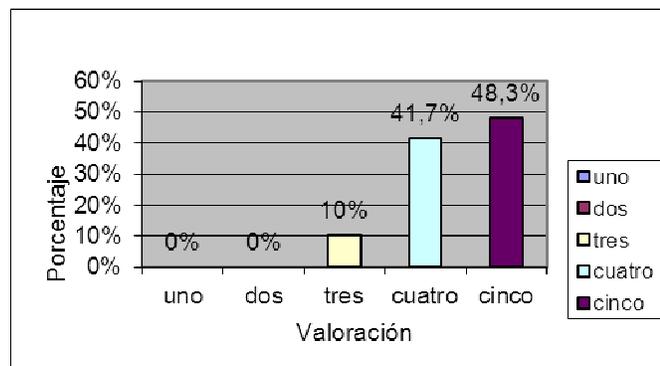
6. Metodología de trabajo en Cálculo de Varias Variables más dinámica que en los otros cursos.



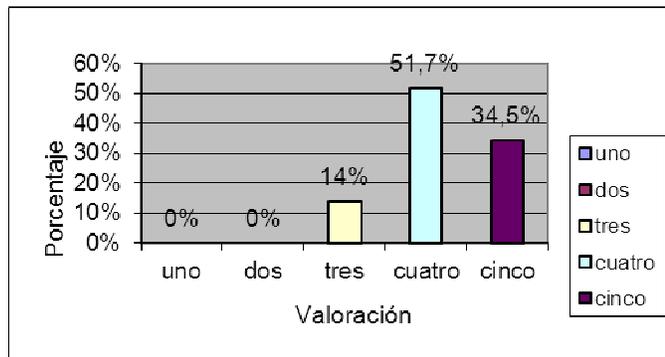
7. Uso de las Pocket PC para motivar a los estudiantes a desarrollar actividades de clase.



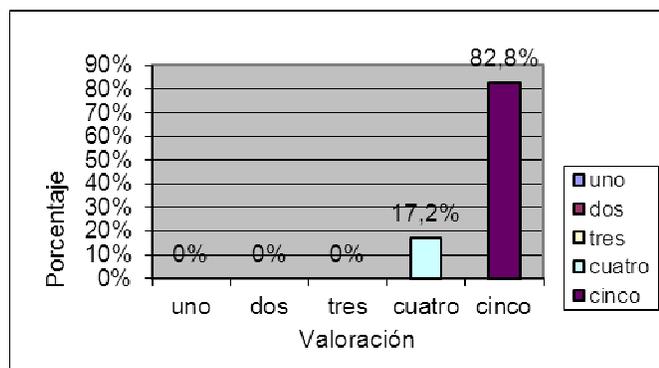
8. Motivación del docente a los estudiantes en el uso de la tecnología móvil, en el desarrollo de problemas de clase.



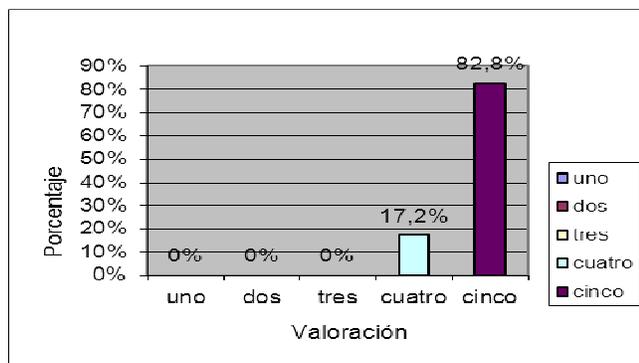
9. Disposición total en cuando a concentración en el desarrollo de toda la clase, utilizando las Pocket PC.



10. La participación de los estudiantes es constante desde los diferentes ejes temáticos del cálculo de varias variables.



11. Aptitud de los estudiantes frente al uso de las Pocket PC para desarrollar ejercicios propuestos.



4.4 Una interpretación de las estrategias que se implementan, con el apoyo de las TIC, para el docente y estudiante con respecto a la hipótesis.

En las situaciones de enseñanza-aprendizaje que incluyen lo visual y lo simbólico, el vínculo entre el cálculo y la tecnología proporcionan situaciones para la manipulación mental de conceptos que incrementa la calidad de los aprendizajes. En este caso, los estudiantes desarrollaron tanto abordajes visuales, como algebraicos con el apoyo de ambientes computacionales, lo que condujo a una dinámica en la clase de Cálculo de Varias Variables propicia para la construcción del conocimiento aplicable en contextos reales, aspectos que en su conjunto favorecieron la aparición de actitudes positivas hacia la matemática.

En este sentido, podemos afirmar que la introducción de las tecnologías de la información y la comunicación en la enseñanza y aprendizaje requirió de una adaptación progresiva por parte del estudiante, el profesor y del contexto. Esto es, la integración de recursos, el diseño y desarrollo de los procesos de enseñanza y aprendizaje a través de medios tecnológicos, implicó una preparación para el aprendizaje significativo y colaborativo que consiguiera preparar al estudiante en habilidades cognitivas para la formación de conceptos matemáticos con relación a las representaciones gráficas de las funciones matemáticas, como a su comprensión y formación de los significados y conocimientos enseñados por el profesor.

El papel del contexto fue igualmente relevante. Esto es, los estudiantes fueron enfrentados a un tipo de aprendizaje que estaba mediado con un instrumentos tecnológico móvil (Pocket PC), que tuvo por objetivo lograr una adecuada representación gráfica de las funciones matemáticas que intervino, propiciando así la comprensión de los conceptos estudiados y mejorar la calidad del aprendizaje a través de la intervención de situaciones cotidianas con objetos matemáticos en contexto (Camelo & Mancera, 2005). En este sentido la actividad fue un nexo

fundamental entre la enseñanza y el aprendizaje, la cual se orientó a generar conocimiento práctico en los estudiantes y a fortalecer sus bases teórico-prácticas.

Las TIC, a su vez, fueron un recurso didáctico mediadores de los aprendizajes que aportaron elementos visuales e hipertextuales diseñados por el docente. Este proceso facilitó las diferentes acciones y situaciones alrededor de planteamientos problémicos matemáticos que fueron visualizados desde resultados gráficos, para llamar la atención sobre los conceptos fundamentales y así el docente pudo detallar explicaciones acerca del porqué de los resultados con el apoyo de las PocketPC. Igualmente, esto permitió que los conceptos en construcción fueran elaborados con acciones estructuradas de manera sistémica, para potenciar la integración del conocimiento y que su interpretación fuese realizada desde el análisis, la asimilación, comprensión, relación con el entorno o situación de manera significativa y apropiación capaz de permitir procesos de transferencia a otros contextos. Para asegurar este tipo de situaciones, el docente tuvo presente actividades desde lo colectivo y lo individual en la generación de los procesos constructores de información y de conocimiento. Esto es, desde procesos deductivos se propició una asociación de información interpretada por cada estudiante a través de las explicaciones magistrales, de modo que se pudiera llegar a la demostración, explicación y razonamiento de la misma (Delgado, 2001).

Los procesos inductivos partieron de casos particulares para buscar una generalidad en el reconocimiento de patrones o regularidades del objeto de estudio, que fueron construidas desde las diferentes actividades grupales o individuales, en talleres extra clase o en evaluaciones y dinámicas propias de las situaciones de aula. De igual manera, las preguntas formuladas por el docente tuvieron la intención de descubrir la comprensión de los conceptos significativos que hilaban el conocimiento y que permitían una mejor resolución de la situación

problema, tanto desde los procedimientos, como desde las interpretaciones de los gráficos obtenidos en los planteamientos matemáticos (Castro, 2002).

En otras situaciones, también se propiciaron procesos abductivos que permitieron la invención y creación de hipótesis (Hernández, 2000). Desde este contexto se logró estimular nuevos escenarios de aprendizaje, representando así el saber que trataba de interpretar y representar el problema y sus posibles soluciones, modelado con el apoyo de dispositivos móviles Pocket PC, para este caso, los estudiantes construyeron sus propias proposiciones matemáticas, en un intento por descubrir la lógica de conocimiento transmitido, del porqué y como se llegaba a su comprobación para compartir con sus compañeros y docentes. Este último tuvo el papel de motivador y promotor de los conceptos enseñados, ampliando así la calidad y comprensión de la información intercambiada.

El diseño de situaciones de aprendizaje orientadas a la construcción de conceptos matemáticos se generó desde las diferentes estrategias que el docente implementó desde parámetros establecidos con el apoyo de la tecnología. Entre otros, se encontraba abordar la representación de objetos cotidianos, construcción de conceptos por medio de foros virtuales, construcción de mapas conceptuales, diseño de maquetas a partir de ecuaciones matemática, negociación, conciliación de razones y argumentos, trabajos colectivos e trabajos individuales. Todas estas situaciones potenciaron procesos de apropiación, acomodación, asimilación, indagación y construcción en forma individual y/o grupal desde la intencionalidad curricular. Este tipo de procesos introdujeron al estudiante a la visualización del Cálculo de Varias Variables, que conllevó a construir conceptos, aplicación en los contextos cotidianos y relacionarlo con situaciones de aprendizaje mediadas con tecnología. Además, el uso de los *applet de java* colaborará de manera

permanente y complementaria con las estrategias didácticas planteadas para facilitar la comprensión de los conceptos a ser aprehendidos.

#### 4.5 Análisis del significado que se otorga al papel de la herramienta

Con respecto a la tecnología empleada, su intencionalidad principal fue mediar y desarrollar situaciones de tipo didáctico. Durante el proceso de aprendizaje se brindó acompañamiento en la utilización del instrumento, de manera que el estudiante estuviera guiado por el docente, desde las actividades individuales y grupales. En la medida que avanzaba el curso se notó una mejor utilización de la herramienta y mayor dominio con el software 3D-Universal, especialmente diseñado para este curso, lo cual muestra un avance en la construcción del aprendizaje que era promovido desde un trabajo colaborativo que se potenciaba desde esta situación.

El uso de la herramienta tecnológica también brindó una ayuda al proceso de representación de datos. Los estudiantes ya no tenían la necesidad de graficar manualmente los resultados de las ecuaciones, podían incluir en la herramienta los parámetros necesarios para la obtención e interpretación de resultados, que desde la intervención se procuraban por recrear con base en situaciones u objetos del contexto. Es importante resaltar que con el uso de calculadoras científicas los estudiantes también obtenían resultados visuales, pues las Pocket PC permitían una rotación en 3D de la gráfica, observando así los diferentes conceptos que formaban los gráficos matemáticos, lo que permitió dedicar más tiempo a razonar y a pensar en cada una de las representaciones obtenidas.

Por otra parte, esto motivó a los estudiantes plantear preguntas y respuestas desde los resultados, puesto que la herramienta permitió generar datos que eran observables. En este sentido, el docente propició situaciones instruccionales para

potenciar las relaciones estructurales con los conocimientos ya existentes, esto también permitió evaluar el nivel de conocimiento adquirido a través de las respuestas que se hacían más elaboradas y complejas por parte de los estudiantes, ubicando en contextos los aprendizajes, permitiendo así ordenar, estructurar y sistematizar su conocimiento.

#### 4.6 Análisis de resultados frente a los datos de la tabla de variables observadas.

Como se ha mencionado a lo largo de este trabajo, el área de conocimiento se enfocó en el campo de saber de las matemáticas y la experiencia se desarrolló alrededor del Cálculo de Varias Variables en el estudio de representaciones gráficas de funciones matemáticas. Para la obtención de los datos se desarrolló la observación en eventos de enseñanza y aprendizaje llevados a cabo en el aula y en el marco de los diferentes momentos del proceso educativo, es decir, en la ambientación del tema, conceptos a problematizarse y apropiarse, en la presentación de objetivos, en el desarrollo de los contenidos, en la evaluación y en la realimentación de los saberes estudiados. El análisis realizado fue:

#### **CATEGORIA 1: OBJETIVOS DE ENSEÑANZA**

Variable a observar	1.Objetivos trazados para el curso
ANÁLISIS	<p>El curso de Cálculo de Varias Variables define objetivos que acompañan el proceso de enseñanza teniendo en cuenta los contenidos, las actividades y la evaluación, lo cual permite verificar el progreso del estudiante y facilita la labor del docente para determinar en qué aspectos debe mejorar el primero o enfocar su trabajo didáctico el segundo. Aspectos que favorecieron que los objetivos se cumplieran en su totalidad en el tiempo que fueron programados, mostrando la relación pedagógica con los resultados de las actividades y la evaluaciones de los procesos de aprendizaje fueron adecuadamente guiados.</p> <p>El docente al inicial el curso explicó los objetivos que se quieren alcanzar y cómo será la metodología utilizar, para que</p>

	el estudiante se ubicara en el nuevo conocimiento, ellos preguntaron sobre cómo sería el método de evaluación, la entrega de talleres, además el docente aplicó un cuestionario para determinar el nivel de conocimiento que eran la base para iniciar el curso de Cálculo de Varias Variables, esto en cierta forma modifíco algunos contenidos para ser reforzados.
--	---

Variable a observar	2. Metas de aprendizaje a alcanzar
ANÁLISIS	<p>El uso de las Pocket PC para facilitar procesos de aprendizaje, se vio reflejado en los resultados de las actividades y evaluaciones aplicadas a los estudiantes, donde todo el contenido temático fue analizado y puesto en contexto para facilitar la comprensión, con relación a este proceso pedagógico las metas principales se vieron agrupadas de la siguiente forma:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cobertura de los ejes temáticos.</li> <li>2. Proceso de aprendizaje más estructurado.</li> <li>3. Uso del elementos tecnológicos para ser tenido en cuenta como mediadores en el proceso cognitivo.</li> <li>4. Relación con el contexto de los ejes temáticos para ampliar el espectro del aprendizaje (Seguridad frente al uso de soluciones racionales a problemas ficticios)</li> </ol> <p>Las metas anteriores que se querían alcanzar, se aplicaron a lo largo de todo el semestre desde las secciones de clase porque era la estructura principal y apropiada para el desarrollo de la misma, el docente tenía en cuenta estos aspectos porque sabía que eran necesarios para lograr un cierto grado de aprendizaje, se observó que esta estructura era muy constante por parte del docente.</p>

Variable a observar	3. Metodologías didácticas para favorecer el aprendizaje
ANÁLISIS	<p>El espacio, los recursos y las actividades de clase motivaron al aprendizaje de los estudiantes, a través de los componentes que buscaron principalmente la resolución de problemas y la solución a situaciones problémicas, medio por el cual los conceptos matemáticos se vieron altamente apropiados en el tiempo. La variedad de actividades realizadas en el semestre, manejaron una didáctica coherente con los objetivos del curso, que apuntaron a favorecer la estructura cognitiva del estudiante, la cual se vio potenciada por la transversalidad que cobró el uso de las dispositivos computacionales. Las actividades durante el semestre incorporaron la siguiente información : nombre de la actividad, espacio de aprendizaje, tiempo estimado, procesos de enseñanza aprendizaje, pautas para realizar la actividad, las condiciones para su ejecución y los procesos a seguir</p>

	<p>para garantizar un adecuado ambiente de aprendizaje los cuales fueron:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Objetos cotidianos para graficarlos hallando su posible ecuación.</li> <li>2. Foro Virtual para la construcción y solución de problemas a nivel grupal.</li> <li>3. Construcción de mapas conceptuales relacionados con el Cálculo de Varias Variables.</li> <li>4. Diseño de maquetas de objetos del entorno, teniendo como referente en su modelado las ecuaciones matemáticas capaces de representar el objeto.</li> </ol> <p>Las actividades propuestas se aplicaron a lo largo del semestre dependiendo del avance de los ejes temáticos programados, estas actividades se utilizaron para reforzar el conocimiento y brindar al estudiante otra alternativa para generar aprendizaje. La actividad de objetos cotidianos se desarrolló en el aula de clase, los estudiantes traían objetos, los cuales debían ser analizados y lograr representarlos en la Pocket PC, esto con una guía entregada por el docente. Para el diseño del mapa conceptual (Cmap Tool) y el foro virtual fueron llevados a la sala de sistemas de la Universidad Eafit, en la primera se debía construir un mapa a partir de que era el Cálculo de Varias Variables y enviarlo a todos los compañeros, el segundo era resolver un ejercicio, en donde cada uno dio sus aportes. Como actividad final el diseño de maquetas reunía todo el conocimiento que se quiso proporcionar, esto fue expuesto al curso y explicaban los conceptos matemáticos allí involucrados. Se observó que 100% de los estudiantes participaron de todas las actividades.</p>
--	--

<b>Variable a observar</b>	4. Indagación de vacíos conceptuales al iniciar el curso
ANÁLISIS	<p>Al iniciar el curso se aplicó un cuestionario de preguntas para determinar si los estudiantes contaban con los conceptos fundamentales para abordar el curso. Esta prueba facilitó al docente iniciar su labor pedagógica, en consecuencia resultó una planeación basada en los resultados de la misma. Para el caso del curso los estudiantes presentaron unas bases sólidas que contribuían en conjunto con el ambiente pedagógico a mejorar las estructuras cognitivas en la medida que el curso avanzó.</p> <p>Los resultados del cuestionario mostraron que la mayoría de</p>

	<p>los estudiantes tenía bases sólidas que contribuían en conjunto con el ambiente pedagógico para así poder mejorar las estructuras cognitivas en la medida en que el curso avanzaría. Esta indagación también sirvió, por que el estudiante se dio cuenta en ese momento de la clase que tenía falencias de conceptos, fue lo que expresaron públicamente.</p>
--	--

## CATEGORIA 2: CONTENIDOS TEMÁTICOS

<b>Variable a observar</b>	1. Pertinencia de contenidos en el curso de Cálculo de Varias Variables
ANÁLISIS	<p>La estructura curricular apuntó a temas fundamentales, que el estudiante analizaba e interioriza en la medida que avanzaba el curso, dichos temas desarrollaron conceptos esenciales, que permitieron al estudiante adquirir seguridad en la solución de problemas, en donde la lógica matemática fue interpolada a un ambiente cotidiano. En la anterior perspectiva, los estudiantes vieron muy adecuado el contenido de la asignatura, puesto que las bases anteriores permitieron comprender y analizar con fluidez los problemas propuestos.</p> <p>El docente para cada una de las clases del semestre hizo mucho énfasis en que todos los temas tratados tenían relevancia desde cada una de las ingenierías, a los cual explicó varios ejemplos y que los conocimientos adquiridos eran transversales. Se observó que a pesar que había diferentes énfasis de ingeniería en ningún momento fue impedimento para desarrollar los contenidos programados.</p>

<b>Variable a observar</b>	2. Secuencia de los contenidos del curso de Cálculo de Varias Variables
ANÁLISIS	<p>Los contenidos temáticos del curso de Cálculos de Varias Variables conservó una estructura en forma de espiral, es decir, cada que los temas avanzaron en su explicación y entendimiento se hicieron más complejos, en consecuencia, la formación de conceptos sólidos en los estudiantes dependía directamente de la comprensión total del tema para permitir el avance en la apropiación conceptual y metodológica de los eventos de enseñanza.</p> <p>El docente al inicio del curso empezó con un tema relativamente fácil, porque hacia relación con los conocimientos adquiridos anteriormente, esto con fin de que el estudiante fuera adquiriendo confianza, puesto que los</p>

	temas tenían que avanzar con fluidez. Se observó que en la medida que avanzan los temas había un grado alto de entendimiento porque eran pocas las preguntas, además en un 100% se conservó el grupo original.
--	--

<b>Variable a observar</b>	<b>3. Articulación de los contenidos con problemas del contexto</b>
ANÁLISIS	<p>Cada eje temático del contenido de Cálculo de Varias Variables contó con una serie de problemas que permitían al estudiante vincular lo aprendido con relación a problemas del entorno para construir una solución lógica y recursiva. Los problemas tendieron a resolver situaciones del mundo real para poner al estudiante en lectura del contexto y permitirle que sus experiencias matemáticas fueran fructíferas desde el punto de vista de las dificultades y las necesidades en el proceso de construcción de su conocimiento matemático.</p> <p>Los problemas en contexto desde la Ingeniería que el docente participante de la investigación propuso, estuvieron acompañados por los ejes temáticos que lo soportaban, básicamente la solución de ejercicio desarrollaban el aprendizaje y se aplican en todos los temas de las clases, para poder afinar el conocimiento y enfrentar a los problemas planteados posteriores que eran de mayor complejidad.</p>

<b>Variable a observar</b>	<b>4. Bibliografía para apoyar el desarrollo de los contenidos</b>
ANÁLISIS	<p>Los estudiantes del curso de Cálculo de Varias Variables de tercer semestre de Ingeniería, tenían varias opciones de consulta que el docente brindó, entre ellas libros especializados, revistas, documentos virtuales. Las referencias bibliográficas dadas apuntan a que el estudiante tuviera varias opciones para recolectar información.</p> <p>El uso de la bibliografía fue un referente conceptual muy importante para el estudiante por que le brindo información. Al inicio del curso el docente dio un gama de opciones a tener en cuenta, además en Eafit Interactiva también se anotaron varias. Se observó además que el estudiante lleva a la clase el mismo libro guía que el docente utilizo en el semestre.</p>

<b>Variable a observar</b>	<b>5. Conceptos propios del objeto de saber</b>
ANÁLISIS	La incorporación y estructuración de los conceptos matemáticos se incrementó en la medida que el estudiante

	<p>manipuló el objeto de estudio y fue capaz de enlazarlo con los nuevos saberes adquiridos en la resolución de los problemas.</p> <p>Para el desarrollo de la investigación fue primordial que los estudiantes de Ingeniería de tercer semestre de la Universidad Eafit, fueran incorporando y estructurando sus conceptos matemáticos para adquirir nuevos saberes en todas las clases, que posteriormente se vieron reflejados cuando eran capaces de resolver problemas y contextualizar el aprendizaje, cuando el docente proponía los ejercicios. Se observó que frecuencia el estudiante era resolverlos sin ningún problema.</p>
--	--

### CATEGORIA 3: USOS DE OBJETOS DE APRENDIZAJE

Variable a observar	1. Tipo de objeto virtual
ANÁLISIS	<p>Los contenidos del curso de Cálculo de Varias Variables fueron a través del acompañamiento de los <i>Applet de java</i> que favorecieron la construcción de los aprendizajes, puesto que su sistema de representación de información posibilitó recrear el escenario del evento de aprendizaje al materializar el concepto matemático en una gráfica de superficies entendible por el estudiante, en este proceso fue fundamental la descripción de cada <i>applet</i> en su forma básica para facilitar su manejo.</p> <p>Los applet de java se aplicaron en la medida que los contenidos del curso avanzaban, el docente a través de Eafit Interactiva iba dejando el recurso, el estudiante quedaba con la tarea de practicar el tema tratado, una vez llegada la sección de clase en algunas ocasiones había preguntas que el docente resolvía. Estos objetos virtuales se aplicaban principalmente para apoyar los temas de conocimiento, donde el estudiante al manipularlo lograba resultados que ponía en contexto. Se observan algunos estudiantes que comentaban sobre la aplicación de los applet de java.</p>

Variable a observar	2. Explicación del concepto
ANÁLISIS	<p>Los <i>applet java</i> u objetos virtuales de aprendizaje, seleccionados para los ejes temáticos de Cálculo de Varias Variables permitieron abordar con un buen detalle la explicación concreta del tema, por lo que permitió favorecer la apropiación lógica del concepto matemático que ejemplificaban.</p> <p>Para cada eje temático de Cálculo de Varias Variables se</p>

	<p>empleó un applet de java que trabaja explícitamente un tema, se aplicó en tanto el estudiante no lograra entender dicho concepto, él sabía que en Eafit Interactiva encontraba al applet de java apropiado que le reforzara ese conocimiento y si no lograba entender, para la próxima sección de clase el docente tenía un espacio para resolver dudas. Los estudiantes expresan que en ocasiones el applet de java propuesto por el docente tenía un alto grado de entendimiento.</p>
--	--

<b>Variable a observar</b>	<b>3. Grado de manipulación del objeto virtual</b>
<b>ANÁLISIS</b>	<p>En este uso de objetos de aprendizaje, los objetos de <i>java</i>, que intervinieron como animaciones de ideas matemáticas, no se concibieron como explicaciones o ejemplificaciones, puesto que cada objeto cuenta con un complejo mecanismo de operación. Por ejemplo, el trazo de la derivada a partir de una función necesita la coordinación entre el grado de inclinación de la tangente y el eje donde se dibuja la derivada, así como la ordenada obtenida a partir de un cálculo matemático entre el grado de inclinación y la ordenada en cuestión.</p> <p>Los applet de java que se utilizaron, presentaron una interfaz muy intuitiva de manejo, puesto que desde el mismo applet estaban todos los elementos y parámetros necesarios para general la información solicitada aplicando el tema tratado por el docente. Los estudiantes manifestaron que estos applet de java eran muy intuitivos y que contaban con lo necesario para graficar los conceptos específicos. Para la búsqueda de estos applet de java se hizo una selección rigurosa puesto que no todos lo encontrados cumplían requisitos de usabilidad.</p>

<b>Variable a observar</b>	<b>4. Resultados con la interacción de objetos virtuales</b>
<b>ANÁLISIS</b>	<p>Los estudiantes, con cada unidad de aprendizaje enmarcada en el contenido de Cálculos de Varias Variables, podían complementar o fortalecer sus conocimientos al utilizar los <i>applet de java</i> específicos para el tema, estos le permitía observar el fenómeno matemático de manera evolutiva con las consecuencias de ello en el proceso formativo.</p> <p>Estos recurso digitales solo se aplicaban cuando el estudiante quería interactuar con ellos a lo largo del semestre, su uso no era obligatorio, lo cual no genero conflicto para el docente, pero cuando se utilizaban el estudiante comentaba que había entendido mucho más, puesto que el applet de java se mostraba información que podía interpretar.</p>

## CATEGORIA 4: INTERACCIÓN PEDAGÓGICA

<b>Variable a observar</b>	1.Motivación permanente por el conocimiento
ANÁLISIS	<p>El ambiente de aprendizaje y la didáctica que el docente implementó, permitió que el estudiante tuviese condiciones favorables para el acto de comprensión de los conceptos matemáticos abordados, en este sentido las herramientas tecnológicas móviles, como mediadoras capaces de recrear escenarios de aprendizaje muy visuales, llevaron al estudiante a interactuar con su entorno.</p> <p>El docente desde su metodología de clase motivo permanentemente a los estudiantes a lo largo del semestre, para que fueran capaces de resolver situaciones problemáticas propuestas de los diferentes ejes temáticos, para ello las Pocket PC fueron un herramienta de mediación que proporcionaba resultados visibles, se aplica para simular objetos reales en donde se extraían sus conceptos.</p>

<b>Variable a observar</b>	2. Preguntas de calidad
ANÁLISIS	<p>El tipo de preguntas configuradas para que el docente formulara en su acción pedagógica favorecieron la problematización y apropiación de los conceptos con relación al Cálculo de Varias Variables, mediante ellas el estudiante fue guiado a modificar su estructura de pensamiento y a cuestionarse si el tipo de interrogante lograba <i>sacudir</i> su estructura cognitiva.</p> <p>Para favorecer la adquisición de conocimientos, el docente participante de la investigación, aplicaba preguntas problematizadoras con un alto contenido analítico, para que pusieran la estudiante en una postura de cuestionamiento, esto se aplicaba en todos los ejes temáticos del curso, este tipo de preguntas se aplicaban cuando el docente observada un grado de bajo entendimiento en un tema determinado, esto con el fin de favorecer la relación entre los conceptos del objeto de estudio.</p>

<b>Variable a observar</b>	3.Respuestas estructuradas con sentido lógico por parte del estudiante
ANÁLISIS	<p>El trabajo mostró como se favorecía que el estudiante pensase activamente en el conocimiento adquirido, expresando así una respuesta que mostraba coherencia y conciencia de lo enseñado, cuando el docente empleaba como estrategia formular preguntas acordes al tema y que a</p>

	<p>su vez guiara al estudiante a contextualizar y a sustentar su respuesta.</p> <p>La respuestas que el estudiante generó a partir de una pregunta que se daba en la clase, indico al docente su grado de coherencia puesto que este tipo de ejercicio se aplicaba para medir el grado de aprendizaje logrado en cada eje temático, se observó en algunas ocasiones que el estudiante no era capaz de responder, por ello el docente reformulaba la pregunta, pero en ciertas ocasiones no se lograba respuestas acordes. Esto genero conflicto para el estudiante al no saber responder asertivamente.</p>
--	---

<b>Variable a observar</b>	<b>4. Asesorías para el mejoramiento del aprendizaje</b>
ANÁLISIS	<p>Los estudiantes aprovecharon el espacio que brindaba el docente para mejorar los vacíos conceptuales que podían surgir en el momento del aprendizaje en el aula, este tipo de asesorías permitían al estudiante una mayor motivación, sobre todo cuando se desarrollaron de forma referenciada al contexto y personalizada.</p> <p>La asesoría se aplicó por parte de docente en los momentos por fuera de la clase, esto con el objetivo de no retardarla. Este espacio se utilizaba para que cuando el estudiante tuviera dudas pudiera contar con su acompañamiento, según el docente el estudiante solicitaba su ayuda cuando el temas tratado fuero totalmente nuevo y desconocido, pero el docente comenta que pocas ocasiones fue solicitada su ayuda, porque se quería que el estudiantes primero se enfrentara al objeto de estudio.</p>

<b>Variable a observar</b>	<b>5. Propuestas de casos para relacionar el conocimiento adquirido</b>
ANÁLISIS	<p>Para el desarrollo del contenido temático, los casos prácticos de aprendizaje planteados a los estudiantes, permitieron realizar un mejor acercamiento al conocimiento al aplicar conceptos y métodos en la resolución de problemas relacionados con el Cálculo de Varias Variables.</p> <p>Los casos propuestos se aplicaban para todos ejes temáticos, para el estudiante viera su aproximación al contexto. El docente procuró generar casos de aprendizaje que tuvieran una aplicación desde la ingeniería, ósea, objetos, estructuras, situaciones, desde este ejercicio se observó que cada estudiante se inclinada según la especialidad de su ingeniería, esto no implicó que no se relacionaran los casos propuestos.</p>

<b>Variable a observar</b>	6. Motivación a cuestionarse sobre el objeto de estudio
ANÁLISIS	<p>Los estudiantes presentaron una buena motivación cuando el proceso de conducción de la actividad de aprendizaje conllevó una nueva concepción del objeto de estudio, en contraposición con la concepción más tradicional del profesor cuando en los procesos de enseñanza, éste ejercía sólo el rol de expositor y transmisor del conocimiento, en un marco de modelos pedagógicos tradicionales y desarrollos curriculares técnicos.</p> <p>Cuando el estudiante participante de la investigación, conocía más el objeto de estudio, la motivación a participar fue más evidente, puesto que esto permitía una construcción colectiva e individual del aprendizaje para cuestionarse sobre el objeto de estudio en tanto este proporcionara información relevante y cargada de un contexto en particular. La motivación que se observó al grupo da cuenta de su compromiso por el aprender.</p>

<b>Variable a observar</b>	7. Verificación del aprendizaje a través de actividades que permitan construcciones mentales
ANÁLISIS	<p>Las actividades propuestas por el docente constituyeron un factor fundamental para el desarrollo de destrezas de comprensión, aprendizaje y retención para el estudiante en la medida que avanzaba en su tarea, se podía generar asociación al mundo real por medio de los gráficos que representaban los objetos cotidianos y que servía de medios para promover la competencia comunicativa oral a través de las explicaciones que ellos realizaban con relación a éstos.</p> <p>Para verificar que el estudiante si estuviera aprendido el docente realizaba actividades en la clase, como preguntas y resolución de ejercicios de los temas hasta allí trabados, esto regularmente lo aplicaba el docente en las secciones de clase para dar tiempo entre tema y tema. El estudiantes estaba preparado por sabía que cualquier momento de docente analiza lo aprendido.</p>

<b>Variable a observar</b>	8. Estímulo a la creatividad y la curiosidad.
ANÁLISIS	<p>Las secciones de la clase permitían que el estudiante interactuara con la tecnología móvil (Pocket PC), con las cuales construían soluciones creativas y recursivas a los problemas propuestos que se convertían en evidencias de la innovación.</p> <p>La creatividad y la curiosidad fueron aspectos que permitieron lo largo de semestre ser desarrolladas desde la construcción</p>

	de soluciones creativas a los problemas, generación de nuevas asociaciones entre ideas y conceptos conocidos, que habitualmente producían soluciones originales. La tecnología que se empleó para la intervención también facilitó estos aspectos, en tanto se observó que el estudiante procuró por buscar nuevas soluciones a los problemas planteados.
--	---

<b>Variable a observar</b>	9. Impulso a respuestas estructuradas por parte del docente para que los estudiantes desarrollaran un aprendizaje de conceptos sobre del objeto de estudio.
ANÁLISIS	<p>El estudiante al plantear su inquietud en torno a la actividad de aprendizaje que desarrollaba, formulaba preguntas que tenían como origen el desconocimiento del concepto y relación a los obstáculos conceptuales y metodológicos que le impedían avanzar en la solución de los problemas, el docente con base en el interrogante podía detectar dónde el estudiante tenía el vacío conceptual y de ésta manera favorecer una trasposición didáctica de forma metodológica, permitiendo la reconstrucción del recorrido temático con el propósito de lograr una reestructuración y reacomodación conceptual al dar respuesta a la pregunta del estudiante.</p> <p>El docente participante de la investigación, procuraba por general respuestas que el estudiante planteaba a través de preguntas, según el eje temático que se estuviera tratando, su inquietud tenía como origen el desconocimiento del concepto y la relación a los obstáculos conceptuales que le impedían avanzar en la solución de los problemas. Las respuestas que el docente proporcionaba también servían de referencia al resto de los estudiantes, con el propósito de general reestructuración y reacomodación conceptual a lo largo del semestre.</p>

<b>Variable a observar</b>	10. Aprendizaje colaborativo para construcción y reconstrucción del aprendizaje
ANÁLISIS	<p>En el proceso de enseñanza y aprendizaje se propició la interacción entre los estudiantes, la cual se expresó, por ejemplo, en soluciones colaborativas a los problemas, comentarios a las aportaciones de los otros compañeros/as, comentarios individuales para ser analizados colectivamente, entre otras.</p> <p>El aprendizaje colaborativo fue un aspecto que se notó altamente en el desarrollo de la investigación, esta metodología de la clase fue impulsada constantemente por el docente participante, desde la interacción para general</p>

	soluciones en a los problemas planteados. Según la actividad a desarrollar se creaban subgrupos de trabajo, esto con el fin de lograr que la construcción de conceptos mejorara el aprendizaje. Se observó además que los estudiantes valoraron esta metodología en tanto este lograba reconocer sus vacíos conceptuales.
--	---

<b>Variable a observar</b>	<b>11. Construcción de ejercicios colectivos, para motivar el aprendizaje individual</b>
<b>ANÁLISIS</b>	<p>El docente a partir de las explicaciones de los temas de la materia, presenta a los estudiantes problemas que se relacionen con lo aprendido, los cuales fueron grupalmente resueltos desde un consenso colectivo que permite aclarar dudas particulares a partir de interacciones.</p> <p>La construcción de soluciones a los problemas se realizaba desde la parte individual y colectiva, esto se daba cuando el docente observaba en varios estudiantes tenían falencias de conocimientos notables, al ser resueltos en forma grupal la motivación por participar genero un conceso colectivo, cada uno aportaba desde sus conocimiento y se lograba generar un acompañamiento al aprendizaje.</p>

## **CATEGORIA 5: MEDIOS DE TECNOLOGÍA MÓVIL PARA EL PROCESO DE ENSEÑANZA**

<b>Variable a observar</b>	<b>1. EAFIT Interactiva como apoyo para el material digital</b>
<b>ANÁLISIS</b>	<p>Eafit Interactiva (EI) como plataforma virtual de la Universidad EAFIT, al ubicarse en la estructura académica de la asignatura de Cálculo de Varias Variables, alojó los ejes temáticos, ejercicios para favorecer el aprendizaje, cronograma de actividades, evaluaciones, recursos como objetos virtuales de aprendizaje para cada eje temático, respuesta a notas parciales y finales de cada estudiante, permitió además a los estudiantes conocer datos de sus compañeros de clase, intercambiar información de la materia, encontrar solución a diversos problemas de aprendizaje, reconocer estructuras para el desarrollo de ejercicios, entre muchas otras cosas.</p> <p>La plataforma de Eafit Interactiva se utilizó en la intervención aplicada como una estrategia de apoyo al estudiante participante de la investigación, en la forma que allí el docente alojaba recursos necesarios como ejercicios, applet de java para cada tema, respuestas de los parciales y preguntas en línea, para el desarrollo del curso del Cálculo de Varias</p>

	Variables. Este recurso fue utilizado por el estudiante a lo largo del semestre, puesto que las estadísticas que arroja el sistemas mostro un 100% en su uso.
--	---

<b>Variable a observar</b>	2. Ambientes formales de aprendizaje
ANÁLISIS	<p>El ambiente de aprendizaje presentó cuatro variables que permitieron inducir al estudiante al aprendizaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Las actividades o estrategias que utilizó el estudiante para codificar, almacenar y evocar información.</li> <li>-Las características del estudiante y atributos individuales que poseía e influenciaba los procesos de codificación, almacenamiento y recuperación de la información.</li> <li>-La mediación tecnológica (Pocket PC).</li> <li>- La evaluación cuantitativa o cualitativa que se utilizó para ajustar el aprendizaje.</li> </ul> <p>Estas cuatro variables se aplicaron en todas las secciones de clase para procurar un ambiente propicio del aprendizaje, esto de utilizó con el objetivo que el estudiante reconociera unas condiciones favorables para aplicar su conocimiento.</p>

<b>Variable a observar</b>	3. Objetos virtuales de aprendizaje
ANÁLISIS	<p>Los <i>applet de java</i> complementaron para el estudiante el concepto trabajado en la clase, éstos al enfocarse en un tema específico, ayudaron a los estudiantes a entender conceptos esenciales trabajados desde el Cálculo de Varias Variables, mostrando la representación del tema en forma más sencilla, en este sentido, la interactividad y los elementos dinámicos que ellos permitían, completaron la simulación del concepto y su apropiación.</p> <p>Los <i>applet de java</i> se aplicaron en la medida en que el estudiante los necesitara para el aprendizaje en cualquier momento de semestre, puesto que estaban disponibles en su sección en Eafit Interactiva. Para este caso solo se utilizó de apoyo y no era un requisito desarrollarlos, se propusieron como un recurso alternativo.</p>

<b>Variable a observar</b>	4. (Pocket PC con el Software 3D-Universal), herramienta de apoyo para gráfico de ecuaciones de Cálculo de Varias Variables.
----------------------------	--

ANÁLISIS	<p>El Software 3D-Universal fue diseñado específicamente para el aprendizaje de Cálculo de Varias Variables, el cual presentó un alto grado de usabilidad para los estudiantes, esta herramienta graficaba ágilmente las ecuaciones ingresadas por el estudiante, lo que le permitía a éste tener una representación visual del insumo asociado.</p> <p>Para intervención aplicada el Software 3D-Universal fue una herramienta de aprendizaje fundamental de aprendizaje, puesto que desde allí se desarrollaban muchos conceptos del Cálculo de Varias Variables que el docente estuviera explicando, su forma de representación gráfica así posible observan el conjunto de conceptos por parte de estudiante, además permitía el intercambio de información desde cada una de las Pocket. Esta herramienta se utilizó constantemente en el desarrollo de las clases puesto que a los estudiantes les favorecía el intercambio información.</p>
----------	--

## CATEGORIA 6: MÉTODO DE ENSEÑANZA

<b>Variable a observar</b>	1. Tipo de ejemplos relevantes para representar las superficies matemáticas
ANÁLISIS	<p>En el desarrollo del trabajo fueron fundamentales los objetos cotidianos, usados generalmente para generar comparación y favorecer la asociación de las ecuaciones matemáticas a partir del nivel de dificultad en que el estudiante encontrara sentido.</p> <p>Los objetos del entorno fueron fundamentales para generar asociación del conocimiento al contexto, el docente a lo largo del semestre utilizo objetos cotidianos en relación al eje temático que se trabajaban, para favorecer la asociación de las ecuaciones matemáticas a partir del nivel de dificultad en que el estudiante encontrara sentido. Estos ejemplos propuestos se aplicaban en situaciones cotidianos u objetos que lo representaban, por ello de observa que el estudiante se relacionaba a partir de los resultados.</p>

<b>Variable a observar</b>	2. La planeación de la enseñanza y el aprendizaje
ANÁLISIS	<p>La planeación del proceso de enseñanza fue uno de los componentes indispensables para influir en los resultados del aprendizaje, en este sentido, en cada clase se exponía el concepto matemático a trabajar, el tipo de ejercicios acordes para favorecer su explicación, la problematización, el tipo de apropiación esperado y el instrumento tecnológico mediador</p>

	<p>para observar gráficamente el resultado de la ecuación. Este proceso iba acompañado de una formulación de preguntas para favorecer la construcción de los aprendizajes.</p> <p>La planeación de la enseñanza y aprendizaje se aplica desde todas las secciones de clase del semestre, puesto que cada una de ellas tenía una intención determinada con el aprendizaje, esto con el fin de que el estudiante observara la estructura de la clase y diera sentido a lo desarrollado. Al fin de cada sección el estudiante lograba entender por qué el docente a bordo de una forma u otra las explicaciones, puesto que la retroalimentación generaba aprendizaje.</p>
--	---

<b>Variable a observar</b>	3. La organización de los procesos de enseñanza y de aprendizaje
ANÁLISIS	<p>Los procesos de enseñanza-aprendizaje se desarrollaron en el aula dentro un marco de actividades tipo talleres, exposiciones, consultas externas, observación y análisis de los objetos matemáticos virtuales de aprendizaje y resolución de dudas en forma grupal. Para la planeación de dichas actividades, el docente tuvo en cuenta los conocimientos precedentes de los estudiantes y el desarrollo de las habilidades previamente adquiridas, lo que le permitía hacer un diagnóstico para ir depurando vacíos conceptuales que debilitaran la desmotivación hacia situaciones de aprendizaje. En este contexto fue válido el que el estudiante incluyera su estilo de aprendizaje para desarrollar de manera independiente sus conocimientos y habilidades.</p> <p>Las actividades del proceso de enseñanza se realizaron básicamente en el salón de clase, por fuera casi no se daba, estas actividades se aplicaron para reforzar el conocimiento en la medida que avanzaron los temas. Se observó que hubo motivación para realizarlas, puesto que el docente los guiaba permanentemente.</p>

<b>Variable a observar</b>	4. Interrelación de los procesos de enseñanza y aprendizaje a los fines educativos.
ANÁLISIS	<p>Los procesos de enseñanza-aprendizaje, se apoyaron en las estructuras educativas que el docente aplicó en la construcción de los conocimientos, los cuales tuvieron como objetivo estructurar la participación del estudiante a partir de desarrollar elementos como:</p> <p><b>Conocimientos:</b> aspectos de información que se debían tener.</p> <p><b>Comprensión:</b> capacidad para entender la información.</p> <p><b>Aplicación:</b> capacidad para trasladar los planteamientos teóricos (principios) a situaciones concretas y reales.</p>

	<p><b>Análisis:</b> capacidad para descomponer el conjunto de información en sus partes o aspectos.</p> <p><b>Síntesis:</b> capacidad para componer y estructurar, con elementos y partes, un conjunto parcial o total de información.</p> <p><b>Evaluación crítica:</b> capacidad para emitir juicios críticos argumentados sobre el valor del material y de los procedimientos utilizados.</p> <p>Cada uno de estos procesos se utilizó para el desarrollo de los problemas prácticos que el docente propuso y era necesario aplicarlos, puesto que cada tema de Cálculo de Varias Variables tenía una particularidad. Esto permitió al estudiante un desarrollo del aprendizaje más estructurado.</p>
<b>Variable a observar</b>	5. Interrelación de los procesos de enseñanza y aprendizaje al desarrollo de habilidades lógico-matemáticas.
ANÁLISIS	<p>El trabajo evidenció que el estudiante para la resolución de problemas hacía uso de una buena capacidad de razonamiento lógico matemático. Los resultados fueron percibidos a partir del sistema evaluativo empleado por el docente en el desarrollo de las actividades de la clase.</p> <p>El docente desde su intervención era capaz de percibir los estudiantes que presentaban un nivel de habilidades matemáticas en la resolución de problemas, esto también se evidenciaba desde el sistema evaluativo que generaba datos que evidenciaban los resultados del aprendizaje.</p>

<b>Variable a observar</b>	6. Sistemas de representación.
ANÁLISIS	<p>En la resolución y análisis de los resultados se hizo presente por parte del estudiante el uso de los conceptos matemáticos y procedimientos que fueron representados por el software 3D-Universal con la cual se intervenían las fórmulas matemáticas, y se abordaba la comprensión y construcción de conocimiento alrededor de las situaciones problemáticas en el Cálculo de Varias Variables.</p> <p>Los estudiantes del curso de Cálculo de Varias Variables empleaban el sistema de representación visual que proporcionaba el software 3D-Universal, para poder absorber grandes cantidades de información, a través de establecer relaciones entre ideas y conceptos, para el desarrollo de cada eje temático a lo largo del semestre, se aplicó desde la necesidad que tenía el estudiante de graficar la información, se observó que cuando la respuesta era grafica se compartían la información y la mostraban al docente para verificar que fuera correcta.</p>

<b>Variable a observar</b>	7. Interrelación de los procesos de enseñanza y aprendizaje con las condiciones socio-culturales del estudiante.
ANÁLISIS	<p>El estudiante de la Universidad EAFIT, es una persona comprometida con su formación académica, en general el grupo se caracterizó por su compromiso con el aprendizaje, por su motivación y su disposición a aprender en el marco de intervención empleada. El conjunto de estos aspectos se observaron en los resultados finales del semestre.</p> <p>Se observo que el estudiante de este curso de Cálculo de Varias Variables es una persona que estaba muy atenta al aprendizaje y que se prestaba para el desarrollo de cualquier actividad, además ningún estudiante tuvo problemas para asistir a todas las clases y así poder completar el semestre.</p>

<b>Variable a observar</b>	8. Cuestionamiento de la nueva postura de aprendizaje.
ANÁLISIS	<p>Los estudiantes desde una construcción cotidiana pusieron a prueba su aprendizaje en la resolución de los problemas que el docente propuso y buscaron conexiones entre las ideas con relación a los diferentes temas planteados, esto dio muestra de cómo algunos temas y conceptos actuaron como integradores transversales.</p> <p>Cada vez que se desarrollaba un tema nuevo en el curso, el docente procuraba por que el estudiante se cuestionara sobre el nuevo conocimiento, desde preguntas inquietantes para poder abordarlo, desde como ese conocimiento le aportaba a su desarrollo conceptual. Estos cuestionamientos se aplicaban en los temas que presentaran dificultad en el aprendizaje.</p>

<b>Variable a observar</b>	9. Construcción de ejercicios para generar preguntas.
ANÁLISIS	<p>Los problemas propuestos siempre se presentaron en marcos en contexto, por ello las preguntas resultantes se generaban desde la misma propuesta problemática para darle solución en este contexto, el docente procuraba con la pregunta orientar la construcción de soluciones que aclararan las dudas del estudiante y le permitieran modificar sus estrategias de resolución de problemas.</p>

	<p>Los ejercicios prácticos se aplicaron principalmente en la clase, porque el docente colaboraba en el desarrollo del mismo, en la resolución de preguntas de los estudiantes, estos ejercicios se aplicaban para casos prácticos desde la ingeniería, esto implicó que el estudiante logrará la construcción y que fuera preguntando en la medida que los desarrollaba.</p>
--	---

## CATEGORIA 7: EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

<b>Variable a observar</b>	1. Portafolio del estudiante como instrumento de autoevaluación de su aprendizaje.
<b>ANÁLISIS</b>	<p>El estudiante en su proceso de formación tenía como estrategia estructurar un seguimiento de su propio aprendizaje, el cual le proveía de información acerca de las fortalezas y debilidades surgidas en las actividades de clase. Para ello, se utilizó un portafolio que consistía en la aportación de sus producciones, las cuales le permitían juzgar sus capacidades en el marco del Cálculo de Varias Variables, en relación con los objetivos de aprendizaje y criterios de evaluación. El portafolio del estudiante respondía a dos aspectos esenciales, a unas estrategias de aprendizaje y a un método de autoevaluación para poder emitir valoraciones lo más ajustada a la realidad. Por ello los objetivos principales a los que apuntaba era:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guiar a los estudiantes en su actividad y en la percepción sus propios progresos.</li> <li>2. Estimular a los estudiantes para que no se conformen con los primeros resultados, sino que se preocupen de su proceso de aprendizaje.</li> <li>3. Destacar la importancia del desarrollo individual, e intentar integrar los conocimientos previos en la situación de aprendizaje.</li> <li>4. Resaltar lo que un estudiante sabe de sí mismo y en relación al curso.</li> <li>5. Desarrollar la capacidad para localizar información, formular, analizar y resolver problemas.</li> </ol> <p>El desarrollo de portafolio del estudiante era construido por el mismo, para general un auto seguimiento a su proceso de aprendizaje, era un instrumento que no presentaba ninguna nota para el semestre, a pesar que no era una imposición los estudiantes lo desarrollaron.</p>

<b>Variable a observar</b>	2. Parciales de semestre.
ANÁLISIS	<p>Los parciales constituyeron un instrumento de evaluación cuantitativo que a su vez desencadenó una valoración cualitativa que dio muestra del estado de aprendizaje y de los vacíos conceptuales que tenía el estudiante, cada parcial fue analizado posteriormente para correcciones tanto conceptuales, como procedimentales a partir de una valoración formativa en la que intervinieron el docente y estudiante.</p> <p>Los parciales propuestos se aplicaron en el intermedio y final del semestre, para generar información tanto cuantitativa como cualitativa. Para el primer caso, posteriormente el docente analiza los resultados que eran buenos en un 70%, en la clase posterior a la parcial, para el segundo caso se observó que los resultados eran mucho mejores en un 95%. Los parciales eran una fuente de información para detectar falencias.</p>

<b>Variable a observar</b>	3. Talleres de clase.
ANÁLISIS	<p>Las experiencias y actividades diversas ofrecían oportunidades de aprendizaje a los estudiantes, acordes a sus intereses, capacidades y necesidades. El instrumento tecnológico (Pocket PC) permitió desarrollar la propuesta del docente con una secuencia didáctica para el trabajo en el aula, además favoreció el desarrollo de dominios conceptuales, procedimentales y actitudinales en los estudiantes.</p> <p>Los talleres propuestos por docente, generalmente se aplicaban en las clases, para poder dar solución oportuna a las dudas que se presentaron. Esta estrategia se empleaba cuando ya se habían explicado varios temas, los fundamentos a practicar se relacionaban con ejercicios del libro de apoyo y un caso para resolver. Se observaba que el estudiante se sentía cómodo con esta metodología.</p>

<b>Variable a observar</b>	4. Construcción de problemas grupales.
ANÁLISIS	<p>El desarrollo de ejercicios de clase, permitió al estudiante que esté interactuara con el resto de compañeros, lo cual posibilitó un intercambio de formas de solución de problemas y aclaración de dudas puntuales.</p> <p>La construcción a soluciones de ejercicios propuestos en forma grupal, dio pautas al docente que participó de la investigación para evaluar el aprendizaje, esto sirvió como un</p>

	ejercicio de análisis y comprensión para aclaración de dudas muy puntuales, esta actividad se generó en algunas clases, cuando el docente lo considero necesario, además la construcción grupal promovió la participación de todos los estudiante que era por así decirlo obligatorio por que representaba una nota la seguimiento.
--	---

<b>Variable a observar</b>	<b>5. Problemas de complementación.</b>
ANÁLISIS	<p>El docente propuso a los estudiantes problemas complementarios para ser desarrollados de forma autónoma, esto permitía que ellos gestionaran su propio aprendizaje a partir de los ejercicios extracurriculares, además de los del aula.</p> <p>Los ejercicios complementarios aplicados en la intervención, fueron propuestos por docente para que se desarrollarán de forma autónoma sin que tuviera de por medio una nota para el semestre. Esto tenía como objetivo enfrentar al estudiante a un proceso de autonomía bajo ninguna presión y que reflexionaran sobre su propio conocimientos y a realmente era capaz de enfrentarse. Este tipo de actividad no presentaba una nota, por ello se notó un bajo cumplimiento, por que el docente preguntaba quien lo había desarrollado y promedio solo aparecían de 10 a 12 estudiantes.</p>

<b>Variable a observar</b>	<b>6. Problemas de indagación.</b>
ANÁLISIS	<p>Los problemas de indagación tuvieron como característica el desarrollo del sentido crítico, a través de la observación, el razonamiento y la capacidad para justificar o refutar una solución. Con esto se promovió la creatividad y la curiosidad, además de la autogestión alrededor de los aprendizajes.</p> <p>Para la metodología de la intervención desarrollada en el curso de Cálculo de Varias Variables los problemas de indagación que el docente proponía para desarrollar cada eje temático desde algunas secciones de clase, tuvieron como característica el desarrollo del sentido crítico, a través de la observación, el razonamiento y la capacidad para justificar o refutar una solución. Este tipo de ejercicios se aplicaba a cada uno de los ejes temáticos.</p>
<b>Variable a observar</b>	<b>7. Comparación con el mundo real.</b>
ANÁLISIS	Los resultados de las ecuaciones que eran graficados con el software 3D-Universal, daban como resultado objetos cotidianos, donde el docente explicaba a los estudiantes la

	<p>similitud estos con los observados en el entorno y caracterizaba los conceptos matemáticos implicados. El paso del proceso escritural -ecuación- a uno gráfico-figura arrojada por el software-y su relación con el ambiente posibilitaba una re-significación de lo aprendido.</p> <p>El docente procuro que cuando se hiciera una gráfica con el software, el estudiante comprendiera el sentido y que lo aplicara en un objeto que se pareciera, que buscara similitudes en el salón de clase o en por fuera de él, cuando se hacia este ejercicio la participación fue notoria porque recordaban objetos que habían visto o tenían.</p>
--	--

<b>Variable a observar</b>	<b>8. Preguntas de análisis.</b>
<b>ANÁLISIS</b>	<p>El docente desde las secciones de su clase, realizaba preguntas a los estudiantes que posibilitaban una autoevaluación de la calidad del proceso de aprendizaje que se lograba. Esta valoración generó compromiso y voluntad de saber en los estudiantes.</p> <p>En ciertos momentos del semestre el docente preguntaba a los estudiantes si realmente están entendiendo, porque nota algunas personas tímidas para preguntar, esto con fin poner al estudiante en una postura de reflexión. Se observó básicamente que un promedio de 2 personas manifestaban algunos vacíos conceptuales.</p>

## **CATEGORIA 8: INDAGACIÓN**

<b>Variable a observar</b>	<b>1. Búsqueda de fuentes externas para completar el aprendizaje.</b>
<b>ANÁLISIS</b>	<p>Para promover los procesos de formación en lo que respecta a la indagación autónoma del estudiante, el docente motivó la búsqueda de información complementaria en libros propios de la materia, el Internet o problemas presentes de la cotidianidad, los resultados de este proceso, fueron compartidos a partir de un trabajo cooperado en el que el grupo de clase aprovechaba las fuentes de variadas, pertinentes y jugosas en información.</p> <p>El docente invitaba en todo momento del semestre a buscar información que complementara su aprendizaje, que no se quedaran con los que vieron de la clase, sobre todo cuando el estudiante sintiera dificultades.</p>

<b>Variable a observar</b>	<b>2. Construcción de modelos mentales.</b>
<b>ANÁLISIS</b>	<p>El estudiante desde los aprendizajes adquiridos, logro crear modelos mentales para construir otras posibles soluciones a los problemas planteados, determinando la estructura, las aplicaciones de los conceptos matemáticos, los resultados que ellos pudieran arrojar y la posible aplicación de los mismos a contextos de la realidad.</p> <p>El docente procuro por ofrecer al estudiante otras alterativas de solución cuando explicada un tema, eso con el fin de que el estudiante observara otras posibilidades de solución para llegar a la misma respuesta, esto se aplicaba cuando el docente puso un ejercicio en donde se tenían que presentar varias soluciones, en algunos casos pocos daban varias alternativa, pero los demás los resolvían en base a la explicación dada.</p>

<b>Variable a observar</b>	<b>3. Pensamiento en forma crítica</b>
<b>ANÁLISIS</b>	<p>El docente desde sus sesiones de clase paralelamente desarrolló en los estudiantes un pensamiento crítico, empleando la metodología de solución de problemas complejos, donde ellos eran capaces de dar sus propias propuestas, generar preguntas y expresar cuáles eran los puntos de vista. El conjunto de estos elementos los llevó a ser más conscientes de su propio aprendizaje.</p> <p>El pensamiento crítico estuvo presente para todas clases, puesto en la medida que avanza el curso el docente alentaba al estudiante para que opinara del tema y fuera capaz de relacionarlo con lo aprendido.</p>

<b>Variable a observar</b>	<b>4. Definición de conceptos matemáticos para elaborar significados propios.</b>
<b>ANÁLISIS</b>	<p>En el proceso de aprendizaje del estudiante los conceptos matemáticos permitieron crear una red conceptual que se utilizó para resolver problemas de mayor complejidad y para crear soluciones integradas a los mismos. El anterior proceso se fortalecía en la medida que los contenidos del curso se iban desarrollando.</p> <p>El proceso de construcción de conceptos fue permanente para todo el semestre, cuando se realizan actividades de aprendizaje específicas, que le brindaron al docente información sobre si el estudiante tenia los conceptos, cuando</p>

	se solicitaba alguna argumentación se observó que en algunos momentos lograba decirlos desde sus propias experiencias.
--	--

<b>Variable a observar</b>	5. Indagación eficaz para el conocimiento.
ANÁLISIS	<p>La actitud del estudiante para participar en las actividades de clase, involucraban un proceso de exploración y construcción de ideas motivadas por la experimentación y el razonamiento como elementos que partían de su propia motivación , eso creaba una ambiente adecuado para la problematización, el análisis de información y la configuración de conocimiento.</p> <p>La indagación se aplicó cuando el docente quería el estudiante analiza por si solo un tema, para ello, este decía el próximo tema a tratar para generar en ellos inquietud y que fueran capaces de aplicar un autoaprendizaje, esto se hacía regularmente cuando el docente así los decidiera. Se observó que pocos consultaban sobre el tema.</p>

## CATEGORIA 9: CAPACIDAD DE INTERPRETACIÓN

<b>Variable a observar</b>	1. Reflexión constante del uso del conocimiento.
ANALISIS	<p>Desde las actividades de clase se pretendía que el estudiante se cuestionara sobre lo aprendido y valorara cómo el conocimiento se aplicaba para solucionar problemas y dar respuesta argumentada a situaciones planteadas, se buscó también a través de ellas que se preguntara si el conocimiento tenía aplicación en otras áreas matemáticas relacionadas con su programa de formación, en esta perspectiva, el estudiante, analizaba y evaluaba constantemente la relación del saber con su potencialidad profesional.</p> <p>La reflexión sobre lo aprendido era constante en el semestre, el estudiante se cuestionaba sobre si era capaz de resolver un ejercicio cuando el docente lo solicitaba además, esta actividad se aplicaba cuando había dificultad en el aprendizaje. Los estudiantes en principio de cuestionaban sobre el conocimiento adquirido, al preguntarse si la información que tenía se le servía para resolver el problema. Esto en muchas ocasiones genero conflicto por que ellos manifestaban que les hacía falta más estudio.</p>

<b>Variable a observar</b>	2. Generación de preguntas esenciales.
----------------------------	--

ANALISIS	<p>Cada estudiante desde las actividades de clase generaba preguntas acerca del tema tratado, para poder obtener la mejor solución posible y cuestionar el aprendizaje adquirido. En este sentido se desarrolló un nivel taxonómico de formulación para favorecer la apropiación de la conceptualización.</p> <p>Las preguntas por parte del estudiante eran evidentes en las clases, ellos trataban de formularlas desde una estructura que el docente pudiera entender, se observa que en ocasiones el estudiante no era capaz de hacer la pregunta, a lo que el docente de colaboraba. Cuando el docente explicaba un tema en cada clase se abría un espacio para preguntas o dudas que pudieran surgir, además esto sirvió para los demás estudiantes cuando se dieron cuenta que ya la pregunta se acomodaba a sus expectativas.</p>
----------	---

<b>Variable a observar</b>	3. Descubrimiento de nuevas soluciones a problemas.
ANALISIS	<p>En la medida que el curso iba avanzando, los estudiantes con los conocimientos previos ya eran capaces de proponer nuevas alternativas de solución que eran desarrolladas en forma individual o grupal, esto se pudo afirmar desde la participación activa que se observaba en los momentos en que el docente planteaba el problema o realizaba una pregunta, que era resuelta (en ocasiones) con apoyo del instrumento tecnológico mediador con el que se favorecían nuevas formas de solución a problemas.</p> <p>Para el desarrollo de los temas de Cálculo de Varias Variables el docente explicaba que los ejercicios propuestos tenían otras alternativas de solución, por ello cuando ya el tema está bien explicado proponía a los estudiantes reunirse en grupo, esto con fin de cada uno analiza el problema desde su aprendizaje en particular. Se observó que cuando se hacia este tipo de actividad surgían soluciones acertadas, donde el equipo tenía la elección de utilizar las Pocket PC, como una ayuda.</p>

### CATEGORIA 10: ACOMODACIÓN

<b>Variable a observar</b>	1. Reestructuración de procesos cognitivos por el nuevo aprendizaje.
ANÁLISIS	El estudiante a partir de su formación universitaria adquiere conocimientos que son reestructurados y acrecentados por

	<p>medio de vocabulario matemático, de las imágenes y representaciones que ofrecen los nuevos conocimientos, de experiencias de aprendizaje sumidas en procesos de ensayo y error y de las sintaxis que en relación a las matemáticas se configuran para resolver los problemas.</p> <p>Los conocimientos que el estudiante iba adquiriendo los aplicaban en los ejercicios que el docente desarrollaba en cada clase, que eran observados por él, en cuando veía que el estudiante era capaz de aplicar métodos para la solución del problema por la pregunta que este formulaba. Por lo general esta actividad se desarrollaba en forma individual en algunas secciones de clase del semestre.</p>
--	--

<b>Variable a observar</b>	<b>2. Fortalecimiento del concepto para desarrollar problemas de cálculo de Varias Variables.</b>
ANÁLISIS	<p>El fortalecimiento de los diversos conceptos matemáticos eran reforzados en la propuesta didáctica en las diferentes actividades de clase, trabajo individual y grupal, en este sentido la diversidad de problemas y preguntas propuestas permitían una aplicación conceptual por parte de los estudiantes, al hacer uso del conocimiento adquirido.</p> <p>Para fortalecer los conceptos matemáticos, el docente tenía una amplia gama de ejercicios aplicados para cada eje temático que resolvían en las clases, esto permitió poner en práctica los conocimientos hasta allí logrados, cuando los temas eran lo suficientemente explicados, Se observó un buen afianzamiento de estos puesto que la mayoría de los estudiantes respondían a la inquietud del docente.</p>

### CATEGORIA 11: ASIMILACIÓN

<b>Variable a observar</b>	<b>1. Nuevas estructuras mentales para incorporar el nuevo aprendizaje.</b>
ANALISIS	<p>El estudiante desde su percepción cognitiva asimilaba los contenidos de aprendizaje dados para el curso de Cálculo de Varias Variables, al interpretar la realidad desde su conocimiento basado en un conjunto de conceptos que le permiten abrir su mente para incorporar el nuevo aprendizaje. Esto se logró evidenciar desde la capacidad que tenía el estudiante para resolver y formular nuevos problemas, el docente por su parte reforzaría estas estructuras desde la explicación más explícita a los ejes temáticos.</p>

	<p>El curso de Cálculo de Varias Variables era nuevo para todos los estudiantes, por lo cual el conocimiento debía ser abordado en su totalidad, el docente desde el inicio del curso indicó a los estudiantes a qué tipo de situaciones se enfrentarían, también se procuró por brindar un ambiente de aprendizaje adecuado, la evolución de estas estructuras mental eran observadas cuando eran capaz de asimilar los nuevos y acomodarlos a lo ya existentes. Esto de evidencio en la resolución de problemas y respuestas.</p>
--	---

<b>Variable a observar</b>	<b>2. Desarrollar nuevas alternativas de solución para estructurar el conocimiento.</b>
ANALISIS	<p>Desde las actividades de clase el docente proponía al estudiante a construir alternativas de solución a los problemas planteados de manera recursiva, buscando así la diversidad de nuevos planteamientos y propósitos para acercarse al conocimiento del Cálculo de varias Variables.</p> <p>El docente desde su intensión quería que el estudiante aprendiera, por ello mostraba varias alternativas de solución, para que las lograran asimilar y llevarlas sus estructura cognitiva, se aplica para los ejercicios que brindaran diversas formas de solución y docente sabia cuáles eran. En principio le daba dificultad pero en la medida que avanzaban tenían este reto.</p>

<b>Variable a observar</b>	<b>3. Construcción propia de solución de problemas.</b>
ANALISIS	<p>A partir de la experiencia adquirida por el estudiante en la resolución de problemas a lo largo del semestre, era capaz de construir sus propias soluciones creativas y argumentadas, empleando sus habilidades de pensamiento, conceptualizado e incorporando nueva información a sus respuestas.</p> <p>La construcción de soluciones era un ejercicio que se empleó poco, pero tenía el objetivo de lograr que el estudiante genera desde sus conocimientos, esto de aplico en la mitad y final del semestre como una recopilación del aprendizaje adquirido.</p>

## **CATEGORIA 12: ESTRUCTURA CONCEPTUAL**

<b>Variable a observar</b>	<b>1. Estrategias para mantener el conocimiento en el tiempo.</b>
ANALISIS	<p>El docente tenía como principal factor el interés y la voluntad de saber de los estudiantes del curso de Cálculo de Varias</p>

	<p>Variables, a partir de acciones que forjaran su motivación y atención en relación a los eventos de aprendizaje desarrollados en la intervención de todo el semestre académico. Cada clase se desarrollaba en torno a las necesidades del estudiante y a una reflexión por la búsqueda en la aplicación del conocimiento.</p> <p>Las diferentes actividades que se desarrollaron, se utilizaron para brindar acercamientos a los conocimientos de manera diferente, se busca que no hubiera mucha repetición y se motivaba a que el estudiante realmente estudiara por fuera de la clase, no por la nota sino por querer aprender, la motivación fue un factor importante para mantener el conocimiento.</p>
--	--

<b>Variable a observar</b>	<b>2. Uso de la investigación para concluir en aprendizajes afianzados.</b>
ANALISIS	<p>El estudiante en sus actividades de clase empleaba estrategias de indagación, técnicas de observación y experimentación, para descubrir y plantear nuevos problemas y soluciones posibles, generadas gracias al conocimiento adquirido, por la vía de la fundamentación teórica y conceptual, la cual le permitía comprender el objeto de estudio, representar el problema y buscar eficazmente la aplicación desde el campo de la ingeniería.</p> <p>La investigación fue un elemento con que contaba el estudiantes para indagar sobre sus falencias, este método se aplicó cuando se quería que el estudiante indagara más acerca de un tema, puesto que este, por ser de mayor complejidad los ameritaba: En el curso habían temas complejos que solo podían ser analizados desde lo básico, por ello se solicitó que los trabajaran extraclase.</p>

<b>Variable a observar</b>	<b>3. Formación de conceptos de lo particular a lo general.</b>
ANALISIS	<p>En este método los estudiantes y el docente discutían sobre el concepto al cual se ha llegado en forma particular y compararan el material analizado con otros ejemplos que tengan el mismo concepto, para llegar a la generalización en torno a la naturaleza del concepto, sus características y aplicaciones. Este ejercicio de formación de conceptos era permanente desde el aula de clase.</p> <p>Para favorecer la construcción del concepto, el estudian tenía la libertad de abordarlos como más fáciles pareciera, para que no sintiera una presión de que solo así se podía trabajar bajo el esquema que el docente propuso, esto se aplicaba desde</p>

	las trabajos de clase, exposiciones, construcción de mapas y participación de foros.
--	--

### CATEGORIA 13: CAPACIDAD DE DEDUCCIÓN

<b>Variable a observar</b>	1. Afirmación o rechazo a una respuesta.
ANALISIS	<p>Las respuestas que el docente suministraba a los estudiantes a partir de las preguntas de clase, eran analizadas desde su propia explicación a partir de las reflexiones realizadas por los estudiantes. Por esta vía, finalmente, interiorizaban las explicaciones del aprendizaje adquirido a partir de sus cavilaciones y de las orientaciones del docente.</p> <p>Las respuestas que brindo el docente fueron suficientes para que el estudiante aclarara la duda, aunque este en ocasiones cuestiona la pasividad que grupo en tanto aceptaban todo tal cual. Esto no era un apreciación constante solo lo hacía en algunos casos.</p>

<b>Variable a observar</b>	2. Aproximación a la conclusión.
ANALISIS	<p>El estudiante desde sus planteamientos con base en los cuales daba soluciones a los problemas que el docente participantes de la investigación proponía, generaba una serie de conclusiones valorativas acerca de los métodos empleados y del por qué la respuesta a los mismos era acertada o incorrecta. Esto se evidencio cuando el docente pedía al estudiante una conclusión al ejercicio propuesto.</p> <p>El docente en varias ocasiones pidió a los estudiantes que generara la conclusión para el ejercicio desarrollado, con el fin de fortalecer su capacidad argumentativa, desde los que habían deducido, esto se aplicó básicamente a los ejercicios que eran difíciles de desarrollar por misma naturaleza. Se observó que solo los estudiantes con mejores capacidades atendían a esto, puesto que la mayoría presento algunos problemas de síntesis.</p>

<b>Variable a observar</b>	3. Uso de la observación para resolver problemas de Cálculo de Varias Variables, desde lo particular a lo general.
ANALISIS	<p>En el desarrollo de la actividad que el docente participante de la investigación propuso que cada estudiante tenía la tarea de deducir cual era el método para la mejor solución de los</p>

	<p>problemas y a que concepto matemático aplicaba, así, en la medida en que esta actividad se desarrollaba, se le daba la posibilidad de observar conceptos matemáticos para que concluyera acerca de éstos, con base en análisis generales realizados a partir de las reflexiones particulares o colectivamente generadas.</p> <p>La observación era un elemento que se enfocó básicamente para determinar que conceptos formaban el objeto matemático, para poder separarlos y así saber cuáles estaban involucrados, esto se aplicó para algunos casos, cuando el docente solicitaba que cada uno hicieran un ejercicio de extracción de conceptos. Se observó que en algunos caso al estudiante se le dificultada hacer una plena observación.</p>
--	--

#### CATEGORIA 14: CAPACIDAD DE ABDUCCIÓN

<b>Variable a observar</b>	1. Construcción de hipótesis.
ANALISIS	<p>El estudiante a partir de un problema planteado en la clase, genera premisas sencillas para demostrar una posible solución, al terminar comprueba que las premisas planteadas podían o no tener tenia las mismas probabilidades de resolución. Esta actividad era planteada por el docente para desarrollar los ejes temáticos del curso de Cálculo de Varias Variables</p> <p>La construcción de hipótesis no tenía mucha relevancia en el desarrollo de los temas, puesto que si no se aplica no pasaba nada para el proceso de aprendizaje. Los ejemplos para ese caso más bien fueron nulos, solo se aplicaron dos veces al semestre en un tema que fue aleatorio por el docente.</p>

<b>Variable a observar</b>	2. Elaboración de preguntas para una abducción que responda a una hipótesis sencilla.
ANALISIS	<p>Desde el planteamiento de una pregunta para abordar un problema propuesto por el docente, el estudiante parte desde su misma respuesta para elaborar una hipótesis sencilla, esto tiene como intención de llevar al estudiante a formar inicialmente un razonamiento lógico que le permitiera afrontar los ejes temáticos del curso de Cálculo de Varias Variables.</p> <p>La creación de hipótesis sencillas, fue un ejercicio fácil de aplicar en algunas clases, puesto que solo era generar las ideas a partir de un problema; esto sirvió para que el estudiante tuviera en cuenta como se formulaban las hipótesis y para que se utilizan. Se observó además que en ocasiones</p>

	la formulación estaba incorrecta, pero el docente siempre complementaba las ideas.
--	--

### CATEGORIA 15. CAPACIDAD DE INDUCCION

<b>Variable a observar</b>	1. Aceptar o refutar el conocimiento.
ANALISIS	<p>El estudiante a partir de su propio convencimiento del aprendizaje adquirido a lo largo de semestre, tiene la capacidad de seleccionar los conceptos matemáticos que le permitieran una mejor resolución a problemas planteados por parte del docente participante de la investigación.</p> <p>Cuando ya había avanzado el semestre, el estudiante selecciona los conocimientos más relevantes que pudiera tener, esto con fin de saber afrontar preguntas o trabajos de clase. Se observó que nadie del grupo cuestionaba al docente por la explicación dada.</p>

<b>Variable a observar</b>	2. Formulación de premisas de menor y mayor grado para la solución del problema.
ANALISIS	<p>La formulación de premisas surgía a partir del procesamiento de la información y la percepción del conocimiento que el estudiante iba alcanzando desde el inicio del curso de Cálculo de Varias Variables, procurando por generar soluciones a partir de la complejidad del problema.</p> <p>Antes de resolver el problema el docente pedía al estudiante que formulará la solución de forma argumentada, para lograr detectar en que forma este se enfrentaría al ejercicio. Solo se aplicó en algunos casos independiendo del tema.</p>

### CATEGORIA 16: SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

<b>Variable a observar</b>	1. Tipo de problemas a resolver.
ANALISIS	<p>Los problemas planteados por el docente procuraban abarcar los conocimientos adquiridos desde el inicio del curso, para ser aplicados en niveles de resolución de problemas bajos, medios y alto en la medida que los estudiantes iban acrecentado sus conocimientos.</p> <p>Los problemas propuestos se aplicaban para resolver algunas de dudas procedimiento que tuviera el estudiante, el docente</p>

	trato de que estos fueran muy focalizados el contexto sobre todo en situaciones particulares enfocadas a la ingeniería.
--	---

<b>Variable a observar</b>	<b>2. Solución acertada del problema propuesto.</b>
ANALISIS	<p>Para el proceso de aprendizaje que se quería lograr en los estudiantes de ingeniería del curso de Cálculo de varias Variables, la solución de problemas, esta fue una estrategia que se desarrolló en todo el semestre, utilizando el software 3D-Universal para dicho objetivo, puesto que la respuesta gráfica proporcionada dada información al problema.</p> <p>El software 3D-Universal brindó una respuesta grafica acertada al ejercicio propuesto, esta herramienta era muy utilizada en las clases, puesto que los estudiantes ya se habían familiarizado con ella y en cierta forma confiaban de su respuesta. Se utilizó cuando el estudiante quería una respuesta gráfica que le permitía ponerla en contexto.</p>

<b>Variable a observar</b>	<b>3. Resolución de problemas en contexto.</b>
ANALISIS	<p>Para mostrar el valor de la matemática en contexto el docente participante de la investigación, empleaba problemas que se relacionen con la cotidianidad del estudiante para proveer la motivación y la curiosidad, en el marco de un trabajo académico en el que se utiliza el conocimiento adquirido.</p> <p>Básicamente el curso de Cálculo de Varias Variables, se basó mucho en la resolución de problemas, puesto que el estudiante se enfrenta al conocimiento desde lo que él creía saber, el docente quería lograr que el estudiante lograra conectar el aprendizaje al contexto, este desde su interacción ponía a imaginación situaciones reales que ellos como futuros ingenieros pudieran tener, esto se evidencio cuando sus explicaciones hacían referencia al contexto.</p>

<b>Variable a observar</b>	<b>4. Resolución de problemas como habilidad.</b>
ANALISIS	<p>La resolución de problemas fue un aspecto fundamental para la intervención aplicada, puesto que media la capacidad del estudiante para resolver problemas aplicados, permitiendo así una habilidad para enfrentarse al objeto de estudio.</p> <p>La solución de problemas fue un eje fundamental del aprendizaje, que se utilizaba para que el estudiante lograra tener la habilidad de ir resolviendo problemas más complejos en la medida que los temas así lo requirieron, ya en nivel</p>

	avanzado del semestre se observó una adecuada habilidad para resolver cualquier problemas.
--	--

## CATEGORIA 17: COMPARACIÓN CON EL MUNDO REAL

<b>Variable a observar</b>	1. Ejemplos para comparar el concepto matemático.
ANALISIS	<p>Los ejemplos empleados por el docente para hacer relación con conceptos, partían de las situaciones cotidianas y objetos del entorno que los estudiantes traían a las clases, por esta vía el estudiante comprendía más fácilmente los contenidos de aprendizaje que se iban desarrollando en el semestre.</p> <p>El docente programo una actividad de clase, donde cada estudiante trajo un objeto sencillo, este tenía la tarea de lograr extraer los conceptos matemáticos que la formaban, para dar con esta similitud los estudiantes utilizaron el software 3D-Universal para poner graficar, los resultados eran compartidos entre cada grupo de trabajo, Se observó una actitud de asombro cuando encontraba la fórmula matemática que representaba el objeto, ellos decía cada objeto del entorno podía definirse desde las matemáticas.</p>

<b>Variable a observar</b>	2. Identificación de gráficos específicos con el entorno.
ANALISIS	<p>El instrumento tecnológico (Pocket PC) que se utilizó en las clase del Cálculo de Varias Variables para un grupo de Ingeniería, permitía dar respuesta a los problemas de forma gráfica (software 3D Universal), la intención del docente era lograr que el estudiante hiciera una representación interna y externa del objeto matemático resultante, interpretación que se concretaba desde una gramática matemática del objeto de conocimiento para este momento del semestre.</p> <p>Para algunos ejes temáticos no era necesario el uso de la Pocket PC, puesto que desde el ejercicio mismo se entendía, los gráficos eran necesarios representarlos cuando el estudiante no lograba entender por pura intuición, esto se aplicaba cuando el tema era completo, se observó que el 100% de los estudiantes preferían la gráfica así fuese sencilla, lo manifestaban al docente.</p>

<b>Variable a observar</b>	3. Asociación de conceptos al contexto.
ANALISIS	Los conceptos matemáticos desarrollados por el docente

	<p>buscaban, desde la intervención empleada, hacer relación con contexto desde el sistema de representación para una mayor comprensión y aproximación a los mismos, desde las actividades y ejercicios propuestos para el semestre.</p> <p>Los conceptos eran logrados ser asociados, en tanto el docente proporcionaba una semejanza a la realidad, cuando los ejemplos dados tenían información suficiente que el estudiante podía interpretar y concatenar a los anteriores conocimientos, en varias ocasiones para los temas no se necesitó de mucha explicación puesto que eran capaz de asociar, a esta conclusión llegó el docente.</p>
--	--

### CATEGORIA 18: CALIDAD DE PREGUNTAS Y RESPUESTAS

<b>Variable a observar</b>	1.Tipo de pregunta para fortalecer las habilidades cognitivas y metacognitivas
ANALISIS	<p>Para la Intervención aplicada las preguntas se constituyen en medios que activan y orientan una comprensión conceptual, además como instrumento para facilitar la resolución del problema, en este sentido, el docente lanzaba preguntas cognitivas intencionadas a lo largo del semestre como: ¿por qué es la mejor solución?, ¿Cuál es la explicación?, ¿Qué relación existe? y en preguntas de tipo metacognitivo como: ¿Es esta la mejor ruta de solución?, ¿a simple vista, el problema es de fácil solución?, por qué.</p> <p>Estas preguntas por lo general eran utilizadas por el docente para poner en contexto el tema que se estaba trabajando, las preguntas cognitivas se daban cuando era para explicar general sin mucho análisis, pero la metacognitivas si apuntaban a ser análisis más profundos. Se observó los estudiantes respondían más fácilmente las preguntas de tipo cognitivo.</p>

<b>Variable a observar</b>	2. Modificación del conocimiento con base a la preguntas problematizadoras en el contexto del aula.
ANALISIS	<p>Cada pregunta intencionada desde la clase propuesta por el docente del curso, tenía como objetivo principal lograr que el estudiante se cuestionara sobre sus prácticas frente a la resolución del problema, respecto a la calidad y apropiación de los conceptos esenciales del aprendizaje que lograba definir. Esta situación se dio en los diferentes momentos de la clase, puesto en la medida que avanza la explicación surgieron las preguntas.</p> <p>En algunas ocasiones la pregunta, lograban modificar el</p>

	conocimiento, esto se observaba cuando el estudiante públicamente generaba retroalimentación a partir de lo que sabía en base a una pregunta que el docente formulaba. En base a la respuesta la podía usar en contexto como ejemplo para los demás.
--	--

<b>Variable a observar</b>	<b>3. Preguntas formuladas por el estudiante.</b>
ANALISIS	<p>El estudiante al no tener claros ciertos procesos matemáticos desarrollados en el curso, recurría a la pregunta como medio para comprender mejor, este tipo de ejercicio impulsaba a retener más la información porque partía de su propia necesidad, el docente que participó de la investigación promovía este tipo de situaciones, a que el estudiante fuera capaz de formular preguntas trascendentales para su aprendizaje.</p> <p>Por parte del estudiante la pregunta la aplicaba cuando el docente explicaba generalmente un tema nuevo, era muy lógico que surgieran dudas. El estudiante al no lograr entender tenía el compromiso de preguntar, esa fue una indicación muy explícita del docente cuando inició el semestre. Por ello se observó una participación adecuada en cuando a formulación de preguntas, no le daba miedo preguntar o ser objeto de comentarios negativos.</p>

<b>Variable a observar</b>	<b>4. Marco de referencia para las preguntas.</b>
ANALISIS	<p>Las preguntas que el docente proponía, tenían como referente el tema que se estuviera desarrollando y problemas cotidianos con relación al Cálculo de Varias Variables en el campo de la ingeniería.</p> <p>La pregunta era una estrategia que tenía el docente para enfocarse generalmente desde la base de la ingeniería, que era desarrollar la lógica y solución a problemas, los estudiantes permanentemente se enfrentaban a las preguntas, porque el docente siempre la utilizaba para generar retroalimentación.</p>

<b>Variable a observar</b>	<b>5. Enfoque para las preguntas.</b>
ANALISIS	<p>Las preguntas que el docente ponía en discusión a lo largo del semestre, tenían como enfoque el consolidar los conocimientos o buscar completar vacíos conceptuales o comprobar la apropiación de las respuestas por parte de los estudiantes, situaciones que finalmente permitían, a través de este proceso de retroalimentación, reflejar la calidad del</p>

	<p>aprendizaje adquirido.</p> <p>Las preguntas tenían la intención de motivar al estudiante para que realizara un esfuerzo mental significativo durante la realización del ejercicio, el docente intuitivamente hacia la pregunta cuando creía que había falencia, esto se detectó cuando el docente revisaba y no había ningún tipo de respuestas.</p>
--	---

<b>Variable a observar</b>	<b>6. Diferentes niveles de preguntas.</b>
ANALISIS	<p>Las preguntas que surgían para la clase abordando un tema especializado, tenían la función de ser aclaratorias y de profundización en torno al objeto de estudio. Lo anterior tenía en cuenta el conocimiento que el estudiante para ese momento. Esas surgían en la medida que se desarrollaban los temas de Cálculo de Varias Variables.</p> <p>Las preguntas era un estrategia del docente en todas las clases, estas se enfocaban desde muy sencillas preguntado definiciones y fórmulas para los temas en donde apenas se estaba empezando y complejas donde ya tenía un nivel más profundo las respuesta. En ocasiones el estudiante se le olvida o no recordaba algunos detalles.</p>

A lo largo de la anterior tabla de variables a observar también se detallan las estrategias didácticas utilizadas para el aprendizaje, descripción que se encontró a lo largo del semestre como apoyo para la formulación de las diferentes situaciones de aprendizaje:

❖ *Acciones para gestionar procesos de aprendizaje con calidad*

La calidad no es un concepto nuevo, ya desde la década de los ochenta del siglo XX se ha intentado conseguirlo en las prácticas educativas. Se entiende la calidad educativa como la posibilidad de desarrollar la mejor educación posible en todos los estudiantes desde una buena interrelación entre las intervenciones desde la enseñanza, el currículo, el sistema de evaluación y el contexto educativo. Pero, aun cuando dichos factores sean favorables, depende de los estudiantes optar por

aprender de una manera responsable al tener sus propios objetivos de aprendizaje y no considerarlo una responsabilidad solamente del docente (Porrás, 2008). Desde la investigación se plantean seis acciones que favorecieron el aprendizaje del estudiante en un contexto de aula y ambientes abiertos:

a) La primera acción se desarrolló desde la motivación: El aprendizaje se caracteriza por un proceso cognitivo y motivacional a la vez. La motivación empuja al estudiante a querer superar los retos del entorno y a adquirir el dominio de un conocimiento necesario para lograr metas, empleando la parte cognitiva que hace referencia a sus capacidades, estrategias y destrezas, además tener disposición e intensidad de aprendizaje, por ello es necesario presentar una situación de aprendizaje, atractiva e interesante que involucre una utilidad evidente. Por ello, los estudiantes a partir de unos aprendizajes adquiridos fueron llevados a solucionar problemas específicos para potencializar los procesos de cognición, resolver con éxito situaciones concretas de la vida real y del trabajo cotidiano, descubrir cosas, realizar con rapidez y eficiencia operaciones, aspectos con los que en su conjunto favorecían la transferencia de habilidades adquiridas de un dominio del conocimiento hacia otros (Díaz & Hernández, 2002).

b) La segunda acción reforzó la primera al crear un ambiente estimulante para el aprendizaje: El ambiente de aprendizaje involucra acciones pedagógicas para quienes aprenden y enseñan. En referencia, la reflexión sobre el mismo ambiente es fundamental, puesto que apunta a un proceso activo, cooperativo, progresivo a encontrar significados y a construir conocimientos que surjan, en la medida de lo posible, desde experiencias auténticas y reales situaciones que funcionan como modelo para la solución de aprendizajes donde el estudiante asume progresivamente la responsabilidad de sus procesos de aprendizaje, propiciando el *feedback* para favorecer procesos de reestructuración y reacomodación de la información. En base a lo anterior, el estudiante sentían confianza de participar de las diferentes actividades y relacionarse con otros compañeros, esto les permitía

el intercambio de ideas y proposiciones a nuevas soluciones de los problemas planteados, además el docente proponía, de igual manera, ejercicios con relación al objeto de estudio para desarrollar procesos de indagación, deducción y abducción en torno a los conceptos centrales, situación que conllevó a preguntas individuales para ser analizadas desde los procesos colectivos, potenciando el conciliar respuestas estructuradas y enriquecidas a partir del trabajo colaborativo, estrategia utilizada por el docente para generar desequilibrio, reestructuración, reacomodación, asimilación y construcción del conocimiento (Resnick & Ford, 1998).

c) La tercera acción dotó de recursos tanto tecnológicos (Pocket PC) como toda una variedad de objetos virtuales de aprendizaje: Los objetos virtuales de aprendizaje son una herramienta esencial para potenciar procesos educativos y de comunicación que están mediados por dispositivos computacionales. Es decir, el uso de estos objetos, está cambiando el modelo verbal del docente, el uso de un salón de clase y el tablero tradicional, para convertirse en una opción válida de aprendizaje, que ha cambiado algunos enfoques pedagógicos y prácticas docentes. Partiendo de lo anterior, cada estudiante en las sesiones de clase utilizaba las Pocket PC para la resolución de problemas para centrarse en la comprensión inducida que reorganizó su estructura cognitiva y mejora su experiencia matemática desde del Cálculo de Varias Variables, escenarios en los que el docente debía procurar trabajar desde las representaciones gráficas (Hitt, 2005). En este sentido cobró relevancia los *applet de java* que permitían apoyar los aprendizajes adquiridos en cuanto permitía al estudiante manipularlos y modificar sus valores para obtener resultados distintos y comparables en contexto (Cabero, 2000).

d) La cuarta acción llevó al estudiante progresivamente a asumir autonomía sobre los procesos de aprendizaje: El aprendizaje autónomo es una parte fundamental que tiene el estudiante desde una la responsabilidad consigo mismo y su

conocimiento. Esto se ve reflejado cuando este asume su proceso de aprendizaje desde su propia autoevaluación y reflexión, que en principio puede ser intervenido por un agente educativo que facilite este proceso, además las preferencias sobre cómo puede ser útil el conocimiento, centra al estudiante y le da el control sobre la forma de responder a una situación, en consecuencia el docente dejó de ser la única fuente de información y se convirtió en un actor para favorecer procesos de autoaprendizaje. Éste propuso a los estudiantes buscar fuentes de información diferentes a las disponibles en los materiales de apoyo, promovió el trabajo independiente y grupal de actividades e invitó a la resolución de preguntas problematizadoras a las que el estudiante posteriormente buscó solución y compartió sus hallazgos en sesiones de clase (Mayor, Suengas, & González, 1993).

e) La quinta acción se refirió a las actividades específicas del aprendizaje: Las actividades de aprendizaje es una herramienta que tiene el docente para promover el conocimiento por dentro y fuera del salón de clase. De este modo, una vez el estudiante esté involucrado en el proceso de enseñanza-aprendizaje estará más abierto para internalizar y aplicar conceptos, bien seleccionadas las actividades puede llevar al estudiante a percepciones y reflexiones sobre el conocimiento. Por esta razón, en el semestre se promovieron cuatro actividades macro, cada una de ellas con un objetivo diferente. La primera actividad se desarrolló alrededor de objetos cotidianos para graficarlos hallando su posible ecuación desde el software 3D de la Pocket PC para su reconocimiento, actividad que fue complementada con un foro virtual para la construcción y solución de problemas grupales, la construcción del mapa conceptual, el desarrollo de conceptos claves del Cálculo de Varias Variables y, por último, el diseño de maquetas de objetos del entorno, teniendo como referente su ecuación matemática en su modelado (Ordoñez, 2009).

f) La sexta acción se refirió al proceso de evaluación: El proceso evaluativo se constituye como un eje fundamental del aprendizaje, por lo tanto se convierte en una práctica reflexiva para el docente y estudiante. Es decir, la información que proporciona la evaluación debe servir para analizar críticamente su propia intervención educativa y tomar decisiones al respecto, esto implica que desde el comienzo de la formación se deben definir los criterios evaluativos, de modo que pueda identificarse dificultades en el proceso de aprendizaje. Teniendo presente esta apreciación, el docente presentó cuatro evaluaciones parciales y un seguimiento de las actividades propuestas, el estudiante desde los resultados debía identificar con cierta claridad sus avances de aprendizaje respecto a los nuevos conocimientos y habilidades que había ido adquiriendo en la medida que avanzaba el curso, también debía identificar los errores cometidos y la necesidad de corregirlos, no por el sentido de una nota sino en la perspectiva de una evaluación formativa, para favorecer procesos de metaevaluación que contribuyeran a la mejora del aprendizaje individual (Ouellet, 2001).

Desde lo anterior, el estudiante desde las vivencias de clase, parte de una acción importante y como primera medida, presta atención al docente sobre la enseñanza del nuevo conocimiento, esto le permite comprender el objeto de estudio, al mismo tiempo que lo anima a actuar según su propio contexto, es decir, el proceso permite identificar cuáles podrían ser sus falencias y fortalezas para asociarlas con su anterior conocimiento matemático, fortaleciendo así su creatividad y toma de decisiones para la resolución y análisis del problema. De esta experiencia el estudiante ante la respuesta era factible identificar el objeto matemático de manera visual, como evento importante para el proceso de asimilación de conceptos, lo que a renglón seguido le posibilitaba analizar las variables de respuesta propiciando a la vez un modelo mental del objeto, que le pone en contexto con el entorno para realizar asociación de resultados en conjunto con sus compañeros. De esta forma, se plantea una situación didáctica para la construcción de un conocimiento significativo y de competencias

matemáticas que tienen en cuenta una situación de aprendizaje (Zabaleta, 2007). En la perspectiva de Caudillo, con este proceso se permitió al estudiante construir conocimiento y generar transferencia a situaciones que adquirieran sentido en función del propio objeto matemático o en función del fenómeno o problemática real que se intervino como evento de aprendizaje (Caudillo, 2007).

#### ❖ *Intervención del Software 3D universal*

El propósito del software 3D Universal fue apoyar al estudiante en los procesos de visualización y abstracción de los conceptos, situaciones altamente relacionadas con el aprendizaje de las matemáticas. La estrategia educativa propuesta estaba centrada en los procesos de comprensión de conceptos e interpretación de combinaciones matemáticas complejas en un formato gráfico, a partir de las ecuaciones procesadas por el software 3D universal, al ingresar los parámetros iniciales para generar la representación y estructura asociada a los conceptos matemáticos (Ortega, 2007), dentro de los ejes temáticos del Cálculo de Varias Variables, para finalmente, ser llevada a la aplicación de casos hipotéticos que se asemejaran a los objetos del mundo real. En este proceso, el docente tenía como propósito promover la participación, evaluar los conceptos adquiridos en la actividad y generar en el aula de clase un ambiente que promoviera la participación activa y generadora de conocimiento.

En el aula de clase, la aplicación 3D Universal que sirviera de apoyo a la intervención del profesor, mostró gráficas para ilustrar conceptos que en el tablero resultaría difícil o imposible de hacer. Esto se logró con su mediación usando el *pen stick* y el software que permitía rotar, acercar, alejar o mover para el apoyo de una mejor visualización de las ecuaciones del Cálculo de Varias Variables (Figura 7 y 8). En este sentido, los estudiantes tuvieron la oportunidad de observar cada ecuación de manera gráfica y tridimensional, obteniendo una representación

congruente a la intervención comunicativa que intentaba proveer el docente para reforzar los diferentes aspectos que demandaban la situación de aprendizaje. De manera integrada, tanto estudiantes como docentes, dispusieron de una herramienta para realizar cálculos matemáticos y resolver simbólicamente tanto integrales como derivadas.

Basados en Montenegro (2003), el trabajo incluyó de igual manera el desarrollo de preguntas para potenciar la metacognición y a través de ellas se buscó facilitar la toma de conciencia del proceso cognitivo y su regulación. Con este tipo de preguntas se buscó activar los procesos de la metamemoria, en tanto facultad de tener conocimiento de propia capacidad asociación y retención, posibilidad desde la cual el docente monitoreó los aprendizajes. De acuerdo con la formulación teórica sobre la metacognición, las preguntas de este tipo cumplen la función de orientar al monitoreo de la planificación, organización, seguimiento y evaluación del propio aprendizaje. Entre las preguntas utilizadas en este campo se plantearon algunas de las siguientes: ¿Conozco los conceptos necesarios para resolver el problema?, ¿Cuál es el objetivo de resolver el ejercicio?, ¿Tengo la seguridad de que estoy entendiendo el tema?, ¿Cuál es la forma más correcta para abordar los problemas formulados?, ¿Realmente aprendí sobre el tema tratado?, ¿los conocimientos adquiridos realmente potencian mi capacidad de solucionar problemas?, ¿Con qué forma del contexto se asemeja la gráfica obtenida?, ¿Qué pasa si varío los parámetros iniciales?, ¿Qué respuesta puedo predecir a partir del ejercicio?, ¿Qué importancia tiene la respuesta?, ¿Cómo puedo resolver el ejercicio planteado?, ¿Es correcto el procedimiento empleado para la solución?

En esta perspectiva, en el trabajo de investigación los grupos control aunque fueron sometidos al mismo diseño curricular, no contaron con el apoyo del software 3D Universal instalado en las Pocket PC, lo que demandaba una intervención que se sustentaba en su uso alrededor de un trabajo colaborativo

(Figura 9). Al analizar los promedios finales de los grupos control con respecto al experimental, los resultados de éstos fueron relativamente bajos en comparación con el grupo experimental, teniendo en cuenta que sólo varió la intervención con tecnología móvil.

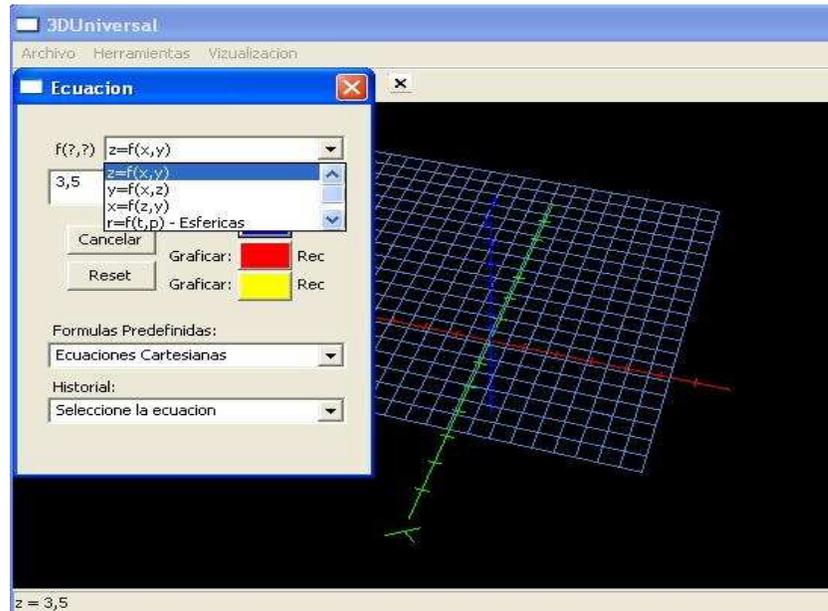


Figura 7. Ingreso de parámetros a la ecuación.

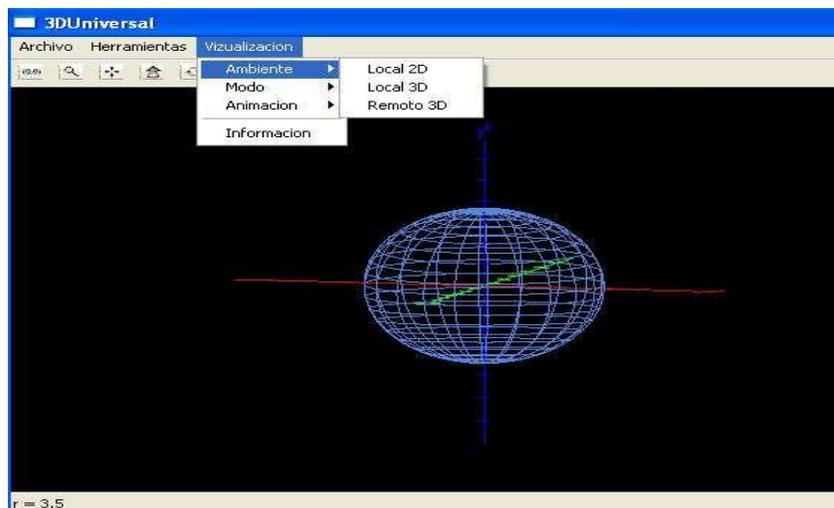


Figura 8. Objeto esférico resultado de una ecuación para ser observado en varias dimensiones.

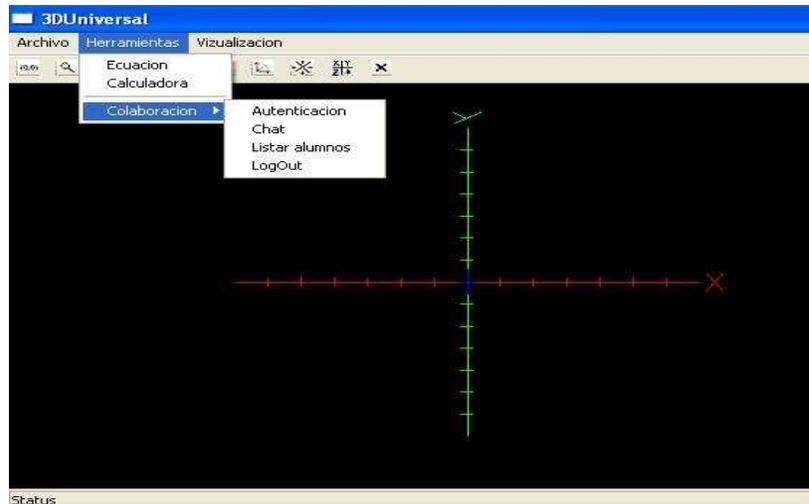


Figura 9. Entorno de colaboración.

❖ *Aprendizaje colaborativo con el apoyo de la tecnología*

En el caso particular de la propuesta intervención para esta investigación, el aspecto del aprendizaje colaborativo implicó la configuración de procesos de enseñanza a partir de configurar subgrupos de trabajo de forma que los estudiantes logran maximizar su propio aprendizaje y apoyar el de los demás. Situación que sirvió para la interacción entre estudiantes-docentes y estudiantes-estudiantes, generación de conocimientos diferentes y se brindara oportunidades de intercambio y transferencia. Este mismo, favorecido por la intervención de dispositivos tecnológicos, estimulación de procesos comunicativos y desde luego cognitivos que originaron análisis eficaces en función de lo que se quería resolver, socializando los resultados y sustentándolos a través de diversos canales de comunicación.

Del entorno colaborativo se rescatan algunos de los principios básicos del esquema educativo integral, al fijarse el requerimiento de corresponsabilidad, por la cual el conocimiento no se reconoce como un elemento aislado, sino integrado, donde los estudiantes comparten la idea de trabajar juntos para aprender, siendo responsables del aprendizaje de sus compañeros tanto como del suyo propio (Corredor, 2002).

Para Calzadilla (2006) el aprendizaje colaborativo, a partir de la interpretación de gráficos matemáticos, promueve un ambiente de interacción con los diferentes actores que intervienen un saber, ya sea para enseñarlo o aprenderlo. En este sentido, la construcción de conceptos que giró en el entorno matemático del Cálculo de Varias Variables, se vio realmente afinado e interiorizado a partir de la construcción colectiva, por lo cual los vacíos conceptuales pudieron ser completados, inclusive con más síntesis del que la inicialmente se explicada.

❖ *Objetos virtuales de apoyo a la intervención*

Para favorecer el aprendizaje de los estudiantes se aprovechó las posibilidades que brindaron los *applet de java* escogidos en Internet, al ser simulaciones educativas, que como excelentes estrategias didácticas se convirtieron en una herramienta para la intervención asistida, que permitió al docente y al estudiantes satisfacer sus necesidades cognitivas y además permitió obtener e ingresar datos para la ecuación que se quería representar en forma gráfica, siendo observado mediante éstos en segunda y tercera dimensión a través de procesos de interacción directa (Figura 10).

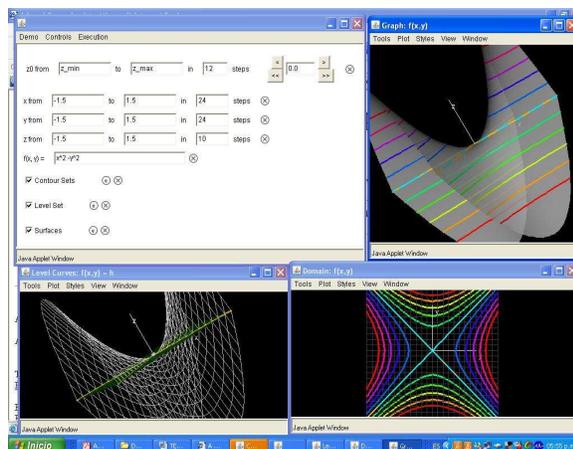


Figura 10. Ventana de ingreso de datos, con vista de la ecuación en tres formas, mostrando la figura conocida como la “silla de montar”.

- Como apoyaron al docente los *applet de java*

Teniendo en cuenta que las gráficas eran estructuras dinámicas difíciles de representar mediante herramientas estáticas como tableros o incluso diapositivas, los *applet de java* o simulaciones interactivas, al permitir una representación visual y dinámica, mostraron un enorme potencial para favorecer la consecución de los objetivos y asimilación del aprendizaje buscado por parte de los docentes (VER ANEXO 6), situación que motivó a que los estudiantes lo usaran como complemento de la clase o trabajo académico extracurricular (Barreto & Martin, 2006). Los *applet de java* hicieron posible mejorar el grado de atención y participación en la medida que la construcción del concepto matemático se hizo explícito con la representación del dominio de las diferentes ecuaciones para simbolizar sumas, desplazamientos, productos, derivadas, integrales, entre otras. (Barbón, Otero & Ruíz, 2004).

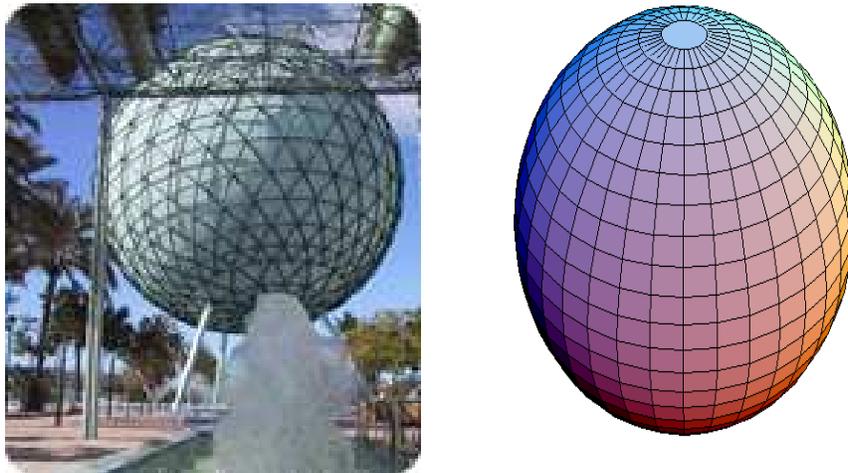
Los *applet de java* fueron insertados en EAFIT Interactiva como un medio de apoyo al docente y a los estudiantes, para complementar los ejes temáticos que se iban desarrollando en el transcurso del curso de Cálculo de Varias Variables. En el caso del presente proyecto de investigación, estos *applet* no venían acompañados de estrategias didácticas que el docente pudiera utilizar, esto se convirtió en una característica positiva que permitía al docente de Cálculo de Varias Variables utilizar su propia estrategia didáctica como oportunidad para ejemplificar los diversos casos que pudieran surgir con los diferentes ejes temáticos a lo largo del curso.

- Cómo apoyaron al estudiante los *applet de java*

Estas herramientas de interacción con procesos de visualización gráfica mostraron sus cualidades cuando los estudiantes las utilizaron en el proceso de aprendizaje del curso. Estos ambientes pedagógicos resultaron bastante atractivos para los

estudiantes por su facilidad para ser intervenidos y su capacidad de actuar como herramientas para apoyar las búsquedas de respuesta. Fue notorio en esta perspectiva como los estudiantes dedicaban mucho más tiempo de estudio cuando disponían de estas herramientas visuales, que cumplían como interfaz con campos necesarios para ingresar los datos dependiendo del eje temático, guiando al estudiante a la construcción de los aprendizajes necesarios al objeto de estudio.

Los *applet de java* para el curso de Cálculo de Varias Variables fueron seleccionados según la intensidad del plan de estudio y la necesidad de brindar a los estudiantes nuevas estrategias de aprendizaje, que favorecieran la construcción de conceptos sólidos aplicables a otros campos, además, la vista que ofrecían, permitió motivación para su utilización y manipulación en los procesos de solución de los problemas y posibilitaron la comparación con objetos reales (Figura 11). Entre las características específicas de selección para las herramientas didácticas en mención se tuvieron:



*Figura 11. Contexto de la superficie matemática.*

- Interactividad: el que la ventana de datos permitiera al estudiante ingresar los datos de las variables de la ecuación o gráfico, en tal perspectiva si los datos suministrados eran correctos se ejecutaba la acción y si no se indicaba cuál era el error.
- Flexibilidad: en tanto el estudiante pudiera ingresar y modificar los datos de entrada, con el propósito de aumentar el rango respuestas.
- Simplicidad: se buscó que las ventanas de datos y respuestas fuesen fáciles de entender y usar; se configuraron en tal perspectiva comandos sencillos y rutas de menús asequibles; con lo anterior se buscaba el que el esfuerzo de aprendizaje se dirigiese a los objetivos del curso y no a la herramienta.
- Cualidades gráficas: los gráficos se presentaron en 2D y 3D para permitir mejor visión de las respuestas, centrándose en los cambios que a lo largo del proceso iban sucediendo.
- Disponibilidad: se alojaron en la aplicación EAFIT interactiva para ser consultados en forma independiente para el estudiante, de manera que éste pudiese utilizarlos en cualquier momento. La disponibilidad estuvo acompañada de varias direcciones Web, ofreciéndose así varias opciones en caso de no disponibilidad en determinada dirección electrónica.

## 5. CONCLUSIONES

Las actividades desarrolladas para la concreción del presente trabajo deben ir de la mano de una evolución e innovación constante de las metodologías y de las prácticas educativas del docente en el ámbito de las matemáticas. Es decir, se constituyen como alternativa intervención en un contexto de redes de aprendizaje basadas en procesos de comunicación, colaboración y retroalimentación, que ayudan a la optimización de la situación pedagógica o parte de ella, generando consigo alternativas que apoyen y refuercen las acciones formativas, con una mayor cobertura en sus diferentes componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje. En este sentido la tecnología móvil Pocket PC se presentó como un instrumento mediador del aprendizaje orientado a una intervención específica, en este caso del Cálculo de Varias Variables en el estudio de representaciones gráficas de funciones matemáticas con el software 3D Universal. Desde esta situación, se configuraron procesos de formación en conceptos matemáticos que apuntaban a construir aprendizajes significativos, expresados en la construcción de mapas conceptuales, uso de *applet* matemáticos y diseño de maquetas temáticas, donde el contexto se asumía como un escenario para relacionar las soluciones con un mundo real exterior al entorno académico.

Desde las categorías propuestas se observó el desarrollo de cada uno de las variables que analizaron las diferentes situaciones didáctico-pedagógicas que se presentaron a los largo de la investigación. De lo anterior, se determinó que la incorporación de tecnologías móviles, específicamente las Pocket PC, ayudaron a atender de manera eficaz una propuesta de intervención para analizar gráficos matemáticos y formación de conceptos con el apoyo del software 3D-universal al ser aplicado en diversas soluciones del cálculo, situación que propició una mejor motivación hacia el conocimiento, además, los estudiantes manifestaron que era la primera vez que utilizan este tipo de metodología en los contextos de aula.

En general, a partir de las categorías analizadas, se puede decir que la hipótesis planteada se logra demostrar. Puesto que al lograr una adecuada representación gráfica, el estudiante generaba conceptos matemáticos relevantes contextualizados, con capacidad de formular e interpretar resultados. Esto se desprende del análisis de las soluciones a los problemas y por el tipo de pregunta que fueron capaces de formular, asumiendo una estructura cognitiva capaz de reacomodar y asimilar conceptos. El docente propuso ejercicios para construcción individual y colectiva- colaborativa desde un sistema de representación y construcción del aprendizaje de forma gráfica, cuyo objetivo principal fue de un cuestionamiento a una postura de aprendizaje y formación de conceptos de lo general a particular. También esta metodología se vio apoyada con el uso de los objetos virtuales (*applet* de java matemático) para completar o mejorar el proceso de aprendizaje y enseñanza.

Para lo anterior, se emplearon acciones para gestionar el proceso de aprendizaje, que sirvieron para garantizar la calidad del mismo. La intervención promovió la participación e interés por el conocimiento por parte de los estudiantes a partir de actividades específicas para abordar con la Pocket PC y generar representaciones gráficas manipulables, modificar sus valores, obtener resultados distintos contrastables en el contexto. Esto favoreció los procesos de autoaprendizaje con soporte en procesos de comunicación, intercambio y transferencia del conocimiento entre estudiantes-recursos, estudiantes-docente y estudiante-estudiante. La evaluación también fue fundamental para verificar el aprendizaje obtenido desde una evaluación formativa, donde se presentó una mejora en los resultados finales.

Los aspectos cognitivos, procedimentales y actitudinales de los estudiantes también fueron importantes, porque expresaron una valoración consciente de cada uno de estos procesos en la organización particular-individual de los aprendizajes.

En el aspecto cognitivo, el estudiante aplicó diferentes tipos de soluciones a los problemas y proyectó su conocimiento a situaciones del entorno, un caso particular se manifestó en el diseño la maqueta con una estructura simbólica que representaba funciones matemáticas. En el aspecto procedimental, el estudiante reconoció múltiples formas de resolver problemas, ya fuera empleando instrumentos tecnológicos o por métodos tradicionales de hoja y papel, teniendo siempre presente la usabilidad de los resultados para un entorno cotidiano. En el aspecto actitudinal, la forma como se afrontaba el aprendizaje permitió el trabajo grupal e individual de manera funcional con calidad para la construcción de conocimientos en torno al Cálculo de Varias Variables.

Todos los cursos de Cálculo de Varias Variables en las ingenierías de la Universidad EAFIT tuvieron un plan de estudios igual, incluyendo el grupo con el que se desarrolló la intervención para esta investigación. La metodología de enseñanza fue elegida por cada docente y al igual que los recursos de apoyo específico, el método de evaluación conservó los parciales reglamentarios y el seguimiento fue concertado con los estudiantes. La investigación contó con ocho grupos de control y uno experimental.

En los grupos de control el uso de la calculadora convencional actúo como un instrumento para graficar y analizar ecuaciones, pero solo de un primer plano, además sólo se empleó la clase magistral para el aprendizaje, es decir, no hubo otro tipo de interacción o actividades diferentes a las tradicionales, cómo exámenes parciales o quiz, se limitan a la resolución de problemas que en algunos casos se asemejaba al contexto. Por otra parte, el grupo experimental uso las Pocket PC con un software especializado (3D-Universal) que permitió observar en más detalle la gráfica matemática, determinado así que conceptos la conformaban, además el trabajo colaborativo entre los estudiante y con el docente

facilitaba el intercambio de información y análisis de resultados, esto apoyo con actividades de aprendizaje complementarias. Para el promedio final de cada grupo, se observó que el grupo experimental obtuvo un puntaje más alto, esto no quiere decir que en los otros grupos no hubiera aprendizaje, sino que el uso de esta intervención propició el obtener mejores resultados, a pesar que el plan de estudios de Cálculo de Varias Variables fue el mismo para todos (VER ANEXO 7).

A los estudiantes del curso les resulto familiar la interacción con las Pocket PC, al estar ésta directa o indirectamente relacionado con un entorno tecnológico, ya que el 90% de ellos de algún modo poseían tecnología de tipo móvil. En esta misma acción los estudiantes manifestaron que este tipo de tecnología les ayudó en la construcción y a dar significado a los aprendizajes. Los estudiantes apreciaron la tecnologías móviles como una forma ágil y diferente para el apoyo del aprendizaje de contenidos temáticos específicos desde el Cálculo de Varias Variables, por ello valoran la importancia que pudiera tener esta intervención para otras asignaturas de la carrera de ingeniería.

Cabe señalar que los ambientes de aprendizaje mediados con tecnología son herramientas “para pensar con”. Es decir, a éstas se le atribuyen abordajes visuales y representación de símbolos matemáticos necesarios para el pensamiento matemático, en particular para la reorganización de conceptos previos con los nuevos, también en la generación de un proceso propio de producción e intervención matemática. Los anteriores aspectos sugieren repensar la forma del proceso intervención en el proceso de aprendizaje, considerando los dispositivos tecnológicos como transformadores de la enseñanza tradicional.

Finalmente, se puede afirmar que aunque el aprendizaje también es posible sin el uso de la tecnología, se hace necesario preparar a los estudiantes para un aprendizaje autónomo y dotarlos de estrategias necesarias, incluyendo las

tecnológicas, para favorecer y mejorar la calidad de su proceso de formación académico. Por lo anterior, en las actividades propuestas por el docente donde se requería la mediación tecnológica, los estudiantes en algunas ocasiones tendían a abandonar el uso del instrumento, preferían métodos de soluciones de papel, en la medida que se aseguraron que los resultados de la herramienta eran efectivos. Lo anterior no fue un factor que deteriorara los resultados del aprendizaje obtenidos, puesto que era entendible que era la primera vez que se enfrentaban a esta metodología, pero con la ayuda del docente prevaleció más el trabajo activo de los estudiantes que el mismo uso del mediador tecnológico, el cual se procuró que no fuera el actor principal del aprendizaje.

Consideraciones alternativas:

Con el presente trabajo se hace claro la necesidad de ampliar y profundizar algunos conceptos, al igual que observar la evolución de los aspectos relacionados con el objeto de esta investigación. De este modo se cree conveniente desarrollar las siguientes acciones:

- Mejorar el proceso de investigación. Implementar una línea de investigación que retome el papel de las TIC en la enseñanza de las matemáticas para el ámbito de formación primaria, secundaria y universitaria.
- Poner en práctica las orientaciones didácticas relacionadas en este trabajo y valorar la idoneidad de cada uno de sus elementos en el contexto de intervención en el cual se ubique el trabajo.
- Continuar con el análisis hasta aquí desarrollado. Es necesario observar y comprobar la evolución de los procesos de enseñanza y aprendizaje a corto

plazo y a mediano plazo. De igual modo, es necesario ver el impacto de la formación impartida y de la evolución de los estudiantes.

- Desarrollar grupos de trabajo interdisciplinarios que potencien la innovación docente a través de las tecnologías móviles y se complementen en aquellos aspectos disciplinares y estructurales que sean necesarios.
- Hacer extensible esta propuesta para espacios de educación virtual. Es posible analizar procesos de enseñanza y aprendizaje desde una asignatura totalmente a distancia.
- Evaluar software educativo, desde parámetros establecidos en cada rama de saber para las matemáticas.
- Generar una intervención que proponga modelos de uso de la tecnología convencional y móvil para la enseñanza de cualquier rama del saber matemático en la universidad.

## 6. LISTA DE REFERENCIAS

1. AGUILAR.M. (2006). *El mapa conceptual una Herramienta para aprender y enseñar*. Extraído el 23 de octubre de 2009 desde <http://ufap.dgdp.uaa.mx/descargas/EIMapaConceptual.pdf>
2. ARMELLA, L. (2002) Tecnologías y aprendizaje de las matemáticas. *Revista Colombiana de Ingeniería* N° 46, abril-junio, pp. 42-61.
3. ASTOLFI, J. (2001). Contrato Didáctico, Costumbre Didáctica. En: J, Astolfi, *Conceptos calve en la didáctica de las disciplinas (pp.65-72)*.España: Díada Editora.
4. AZCARATE G. CAMACHO M. (2003).Sobre la investigación en didáctica del análisis matemático. *Boletín de la Asociación Matemática Venezolana, Vol.X, No. 2*
5. BALCUCHO, C. BOLIVAR, V. (2007). Las TIC y las ciencias naturaleza como herramienta de mediación en el aprendizaje matemático. *Docencia Universitaria, nº 8, 85-96*.
6. BARBÓN, A, BARBÓN, N, OTERO, J, RUIZ, M. Aplicación del aprendizaje basado en la visualización de fenómenos físicos. Universidad de Oviedo, Departamento de matemáticas, Extraído el 4 de abril de 2008, desde <http://www.upc.edu/euetib/xiicuiet/comunicaciones/din/comunicacions/121.pdf>
7. BARRETO, A & MARTIN, M. (2006). Entornos constructivistas de aprendizaje basados en simulaciones informáticas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 5 N°2*. Extraído el 12 de diciembre de 2009 desde [http://saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen5/ART6\\_Vol5\\_N2.pdf](http://saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen5/ART6_Vol5_N2.pdf)
8. BARRIGA, F. HERNANDEZ, G. (2001). Constructivismo y aprendizaje Significativo. En F, Barriga, *Estrategias Docentes para un Aprendizaje Significativo: Una Interpretación Constructivista* (pp. 23-56). México D.F: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES S.A.

9. BARRIGA, F. HERNANDEZ, G. (2001). Estrategias de Enseñanza para la Promoción Aprendizajes Significativos. En F, Barriga, *Estrategias Docentes para un Aprendizaje Significativo: Una Interpretación Constructivista* (pp. 137-198). México D.F: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES S.A.
10. BARRIGA, F. HERNANDEZ, G. (2001). Estrategias para el Aprendizaje Significativo: Fundamentos, Adquisición y Modelos de Intervención. En F, Barriga, *Estrategias Docentes para un Aprendizaje Significativo: Una Interpretación Constructivista* (pp. 231-268). México D.F: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES S.A.
11. BARRIGA, F. HERNANDEZ, G. (2001). La Motivación Escolar y sus Efectos en el Aprendizaje. En F, Barriga, *Estrategias Docentes para un Aprendizaje Significativo: Una Interpretación Constructivista* (pp. 63-88). México D.F: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES S.A.
12. BASOGAIN, X. OLABE, M ESPINOSA, K. ROUECHE, C y OLABE, J. (2003). *Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente*. Extraído el 20 de marzo de 2008 desde <http://www.labein.es/rasmappw.nsf/Publicaciones/educamadrid-2007.pdf>
13. BROUSSEAU, G. (2002). Los Diferentes Roles del Maestro. En Parra, C (comp.), *Didácticas de matemáticas: Aportes y Reflexiones*. (pp. 67-94). Argentina: Paidós Ibérica S.A.
14. CABERO, J. (2000). Nuevas Tecnologías aplicadas a la educación. Madrid: Síntesis
15. CABERO, J. (2001). Diseño y Utilización de Medios en la Enseñanza. En J.Cabero (ed.), *Tecnología Educativa* (pp.16-72).Barcelona: Paidós.
16. CALZADILLA, M. (2006). *Aprendizaje Colaborativo y tecnologías de Educación y Comunicación*. Extraído el 10 de diciembre de 2009 desde [http://www.unavirtual.edu.co/cpe/docs/calzadilla\\_maria\\_eugenia\\_Trabajo\\_colaborativo.pdf](http://www.unavirtual.edu.co/cpe/docs/calzadilla_maria_eugenia_Trabajo_colaborativo.pdf)
17. CAMELO, F & MANCERA, G. (2005). El sentido, una caracterización importante en las situaciones didácticas y los campos conceptuales: una

propuesta metodológica para el aprendizaje de las matemáticas. *Tecne, Episteme y Didaxis*. nº 18, 5-15.

18. CARR, W. (2002) La calidad de la enseñanza En: *Didáctica y Currículo: Un Enfoque Crítico* (pp. 159-176) Colombia, Editorial Instituto tecnológico Metropolitano.
19. CASELLAS, J. (1997). La regulación continuada de los Aprendizajes. Visión General. En J, Casellas (ed.), *La regulación y la Autorregulación de los Aprendizajes* (pp. 21-35), Madrid: Editorial Síntesis.
20. CASTILLO, G. AQUINO, L. GONZALEZ, L, CALVO, I. *El Proyecto Edumóvil: Consideraciones Iniciales*. Extraído el 25 de abril de 2008 desde <http://mixtli.utm.mx/~resdi/Edumovil.pdf>
21. CASTRO, E. (2002). Razonamiento Inductivo desde la Didáctica de la Matemática. En M. C.Penalva, G. Torregrosa y J. Valls (Eds). *Aportaciones de la Didáctica de la Matemática a diferentes perfiles profesionales* (pp. 157-166). Alicante: Universidad de Alicante.
22. CASTRO, J. (2006). La investigación en Educación Matemática: Una Hipótesis de Trabajo. Extraído el 20 agosto de 2009 desde <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/356/35603819.pdf>
23. CAUDILLO, L, (2007). Desarrollo de estrategias de aprendizaje en la universidad. *DIDAC*. nº49. 45-50
24. CHACON, A (2007) La tecnología Educativa en el marco de la Didáctica. En J. Ortega. A. Chacón (coord.), *Nuevas Tecnologías para la Educación en la Era Digital* (pp. 25-38).Madrid: Ediciones Pirámide.
25. CHARNAY, R. (2002). Aprender (por medio de) la Resolución de Problemas. En PARRA, C. SAIZ, I. *Didáctica de las Matemáticas* (pp. 51-64). Buenos Aires: Editorial Paidós.
26. CHAVARRIA, J. (2006). *Teoría de las Situaciones Didáctica*. Extraído el 10 de marzo de 2010 desde <http://cimm.ucr.ac.cr/cuadernos/cuaderno2/Cuadernos%20%20c%203.pdf>

27. CHAVARRIA, J. LA TEORÍA DE LAS SITUACIONES DIDÁCTICAS: Fundamentos y métodos de la didáctica. Extraído el junio 1 de 2010 desde <http://cimm.ucr.ac.cr/una/materiales/Teoria%20de%20las%20situaciones%20didacticas.pdf>
28. CORREDOR, M (2002). El aprendizaje colaborativo: una estrategia de aprendizaje para la vida Extraído el 7 de noviembre de 2009 desde <http://aprendeonline.udea.edu.co/lms/moodle/mod/resource/view.php?inpopup=true&id=43690>
29. CUKIERMAN, U. AIJENBONA, G. (2005). AMERICA@UTN (Aprendizaje basado en Medios y Recursos Informáticos y Comunicacionales de Avanzada en la Universidad Tecnológica Nacional). Extraído el 1 de abril de 2008 desde <http://cs.uns.edu.ar/jeitics2005/Trabajos/pdf/05.pdf>
30. CUKIERMAN, U. ROZENHAUZ, J, *Las Tecnologías Móviles y su Aplicación en la Educación*. Extraído 15 de abril de 2008 desde [http://colos.fcu.um.es/TICEC05/TICEC05/33\\_548.pdf](http://colos.fcu.um.es/TICEC05/TICEC05/33_548.pdf)
31. DAVILA, S. (Julio, 2009) El aprendizaje significativo: Esa extraña expresión (utilizada por todos y Comprendida por pocos). *Revista Digital de Educación y Nuevas Tecnologías*, Extraído el 17 de junio de 2010 desde <http://contexto-educativo.com.ar/2000/7/nota-08.htm>
32. DAVINI, M. (2002) Conflictos de la evolución de la didáctica. En: *Corrientes didácticas contemporáneas* (pp. 42 -47). Argentina: Editorial Paidós.
33. DE LA ROSA, A. (2001). La calculadora y los sistemas semióticos de representación: Hacia un aprendizaje de los conceptos matemáticos. 2(1), 1-9. Extraído el 20 de junio de 2010 desde <http://www.uaq.mx/matematicas/redm/art/a0502.pdf>
34. DELGADO, J. (2001). Apuntes sobre la Enseñanza problémica y la resolución de problemas. En: Hernández, H, *Cuestiones de Didáctica de la Matemática: Conceptos y Procedimientos en la Educación Polimodal y Superior* (pp.89-97). Argentina: Homo Sapiens Ediciones.
35. DELGADO, J. (2001). Los procedimientos Generales Matemáticos. En: Hernández, H, *Cuestiones de Didáctica de la Matemática: Conceptos y*

*Procedimientos en la Educación Polimodal y Superior* (pp.69-87). Argentina: Homo Sapiens Ediciones.

36. DIAZ, F. BARRIGA, A. (2001) Constructivismo y evaluación psicoeducativa. *En: Estrategias docentes para un aprendizaje significativa: Una interpretación constructivista* (pp. 349-361). México: Editorial McGRAW-HILL
37. DIAZ, F. HERNANDEZ, G (2002). Estrategias de Enseñanza para la Promoción de Aprendizajes significativos. En F. Díaz, *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: Una interpretación constructivista*. (pp. 137-198). México. McGraw-Hill.
38. DIAZ, F. HERNANDEZ, G (2002).Estrategias para el aprendizaje significativo: Fundamentos, Adquisición y modelos de intervención. En F. Díaz, *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: Una interpretación constructivista*. (pp. 231-263). México. McGraw-Hill.
39. DIAZ, F. HERNANDEZ, G (2002).La Motivación Escolar y sus Efectos en el Aprendizaje. En F. Díaz, *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: Una interpretación constructivista*. (pp. 63-97). México. McGraw-Hill.
40. DOMÍNGUEZ, MATOS, CASTRO, MOLINA & Gómez (2010). *El ABP mediado con tecnología móvil como estrategia pedagógica para el desarrollo de la competencia matemática en resolución de problemas: un caso con la adición de números enteros negativos*. Extraído el 2 de agosto de 2011 desde <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/zona/article/viewArticle/580>
41. ECHEGARAY, M & SAMPER, J. (2003). La importancia de la Evaluación para mejora de los aprendizajes. *Educación y Ciencia: Tarea*, nº55, 34-36
42. ESTEBAN, P .J, TREFFTZ, H. JARAMILLO y E. ÁLVAREZ, N. (2004). *La realidad aumentada: un espacio para la comprensión de conceptos del cálculo en varias variables*. Extraído el 15 de marzo de 2008 desde [http://www.iberomat.uji.es/carpeta/posters/pedro\\_esteban.doc](http://www.iberomat.uji.es/carpeta/posters/pedro_esteban.doc)

43. FUENTES, J. GARCIA, A. (2007). Informática y Educación. En: ORTEGA, J. CHACON, A, *Nuevas Tecnologías para Educación en la Era Digital*. (pp. 251-258). Madrid: Ediciones Pirámide.
44. GALVEZ, G. (2002), La Didáctica de las matemáticas. En C, PARRA (ed.), *Didáctica de las Matemáticas: Aportes y reflexiones* (pp. 39-50). Buenos Aires: Paidós.
45. GARCÍA, F. FUENTES, J. (2007). Informática y Educación. En: ORTEGA, J. CHACON, A, *Nuevas Tecnologías para Educación en la Era Digital*. (pp. 251-258). Madrid: Ediciones Pirámide.
46. GARCÍA, M. (2007). Tecnologías de la Información y la Comunicación como un Alternativa Complementaria a la Presencialidad, para favorecer el aprendizaje significativo y el trabajo independiente. *Docencia Universitaria*, nº8, 27-41.
47. GASCÓN, J. (1998) Evolución de la didáctica de las matemáticas como disciplina científica Extraído el 20 de junio de 2010 desde fuente. [http://servidor-opsu.tach.ula.ve/profeso/querr\\_o/didmat\\_web/referencias/1.%20perspectiva/gascon\\_evoluciondidac.pdf](http://servidor-opsu.tach.ula.ve/profeso/querr_o/didmat_web/referencias/1.%20perspectiva/gascon_evoluciondidac.pdf)
48. GEWERC, A. *El uso de Blog en la Docencia Universitaria*. Extraído el 11 de junio de 2010 desde [http://dialnet.unirioja.es/servlet/fichero\\_articulo?codigo=1303648&orden](http://dialnet.unirioja.es/servlet/fichero_articulo?codigo=1303648&orden)
49. GÓMEZ, B. (1991). Las Matemáticas y el Proceso Educativo. En J. Díaz (ed.), *Área de Conocimiento: Didáctica de las Matemáticas* (pp. 59-101). España: Síntesis S.A
50. GOMEZ, P. (2001). Conocimiento Didáctico del Profesor y Organizaciones del Currículo en Matemáticas. Formación del Profesorado. Trabajo presentado en el Congreso Nacional de Didácticas Específicas. Febrero, Granada.
51. GONZALEZ I. (2001). El proceso educativo y la potencialidad de los medios para llevarla a cabo, Universidad Pedagógica Nacional, México.

52. GONZALEZ, M. (2000). Modelos pedagógicos para un ambiente de aprendizaje con NTIC. En C. Zea (ed.), *CONEXIONES. Informática y Escuela: Un Enfoque Global*. (pp. 45-62). Medellín: Editorial Universidad EAFIT.
53. GONZALEZ, M. (2000). Modelos pedagógicos para un ambiente de aprendizaje con NTIC. En C. Zea (ed.), *CONEXIONES. Informática y Escuela: Un Enfoque Global*. (pp. 45-62). Medellín: Editorial Universidad EAFIT.
54. GUADAMUZ, L. (2005). Hacia la Construcción de la Sociedad de la Información y el Conocimiento. Extraído el 21 de septiembre de 2009 desde
55. GUTIERREZ, A. (1991). Hacia una Teoría de la Didáctica de la Matemática. En J. Díaz. *Área de Conocimiento: Didáctica de las Matemáticas* (pp. 105-143). España: Síntesis S.A
56. HERNANDEZ, H. (2000). Objetivos en la Formación Matemática. En H. Herminia, *Constructivismo y Escuela: Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación* (pp.105-113). Madrid: Diada Editora.
57. HERNANDEZ, H. DELGADO, J. VALVERDE, L & RODIRGUEZ, T. (2001). Un Recurso Metacognitivo para Resolución de Problemas en Matemáticas: El Autocontrol. En: H, HERNANDEZ. (ed.), *Cuestiones de Didáctica de la Matemática* (pp. 107-109).Argentina: Homo Sapiens Ediciones
58. HERNÁNDEZ, Sampieri; COLLADO, Carlos & LUCIO, Pilar (1991) *Método de Investigación Cualitativa* México: Ed. Programas Educativos S.A. "Recolección de datos", capítulo IX p. 285-300
59. HITT, F, (2003). *Una Reflexión Sobre la Construcción de Conceptos Matemáticos en ambientes con Tecnología*. Extraído el 10 de enero de 2009 desde <http://www.emis.de/journals/BAMV/conten/vol10/fernandoHitt.pdf>
60. JONASSEN, D. (2004). *Computadores como herramientas de la mente*. Extraído el 12 de junio de 2010 desde [http://tecnologiaedu.us.es/bibliovir/pdf/efect\\_cog.pdf](http://tecnologiaedu.us.es/bibliovir/pdf/efect_cog.pdf)

61. JORBA, J & CASELLAS E (Editores). (1997). *La Regulación y la Autorregulación de los Aprendizaje*. Madrid: Ediciones Síntesis
62. KEVIN, J, REGAN, O & NOE, A. (2006). ¿Qué es ver?: Una Teoría Sensoriomotora de la Experiencia Visual. En J, González (ed.), *Perspectivas Contemporáneas sobre la Cognición: Categorización, Percepción y Conceptualización*. (pp. 128-138). México: Siglo XXI ediciones.
63. LITWIN, E. (2000). Los Cambios Educativos: Calidad e Innovación en el Marco de la Tecnología Educativa. En E, Litwin (comp.), *Tecnología Educativa: Políticas, Historias, Propuestas* (pp. 15-24). Buenos Aires: Paidós.
64. LITWIN, E. (2000). Los Medios en la Escuela. En E, Litwin (comp.), *Tecnología Educativa: Políticas, Historias, Propuestas* (pp. 15-24). Buenos Aires: Paidós.
65. LOPERA, E. (2003). *Actividad Cognitiva y Aprendizaje*. Colombia: Universidad de Antioquia.
66. LUPIÁÑEZ, J. MORENO, L. (2006). *y Representaciones Semióticas en el Aprendizaje de las Matemáticas* Extraído el 17 de junio de 2010 desde <http://cumbia.ath.cx:591/pna/Archivos/LupiannezJ01-2603.PDF>
67. MACIAS, D. (2007) *Las nuevas Tecnologías y el Aprendizaje de las Matemáticas*. Extraída el 15 de junio de 2010 desde <http://www.rieoei.org/deloslectores/1517Macias.pdf>
68. MARQUES, P. (2004). *El impacto de la sociedad de la Información en el Mundo Educativo*. Extraído el 12 de junio de 2010 desde <http://www.peremarques.net/impacto.htm>
69. MARQUES, P. (2010). *Nueva Cultura, nuevas competencias*. Extraído el 11 de junio de 2010 desde <http://peremarques.pangea.org/competen.htm>
70. MARTÍN, L & BATLLORI, R. (2001). *Nuevos Retos para la Didáctica Específica*. Trabajo presentado en el Congreso Nacional de Didácticas Específicas. Febrero, Granada.
71. MARZANO, R & PICKERING, D. (2005). *Dimensiones del Aprendizaje: Manual para el Maestro*. México: Iteso

72. MAURÍ, T & SANMARTIN, N (2000). Estrategias de Aplicación en el Aula. En J. Jorba (ed.), *Hablar y Escribir para Aprender* (pp. 113-132). Madrid: Editorial Síntesis.
73. MAYOR, J. SUENGAS, A & GONZÁLES, J. (1993). El Aprendizaje. En: Mayor, J. *Estrategias Metacognitivas: Aprender a aprender y aprender a pensar*. (pp.21-31). Madrid: Síntesis S.A
74. PUERTA, C (2006). *Guía para el Desarrollo de los procesos Metacognitivos*. (Publicación Nro. 2006-1767). Perú: Kinko's Impresores S.A.C. MIN PERU
75. MINISTERIO DE EDUCACIÓN (2006). *Guía para el Desarrollo del Pensamiento a través de la Matemática*. (Publicación Nro. 2006-1640). Perú: Fimart S.A.C
76. MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL DE COLOMBIA. (1998). Lineamientos curriculares de matemáticas. Santafé de Bogotá: Nomos S.A
77. MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL DE COLOMBIA. (1999). *Nuevas Tecnologías y Currículo de Matemática: Lineamientos Curriculares* (Editorial Nomos S.A) Santa Fé de Bogotá.
78. MONTENEGRO. A. (2002). Preguntas Cognitivas y Metacognitivas en el Proceso de Aprendizaje. *Tecne, Episteme y Didactis (TEA)*. *Revista de la Facultad de ciencias y Tecnología*. N° 11, 51-62.
79. MORENO, L & G. WALDEGG. (2001). Constructivismo y Educación Matemática. En: J, Alarcón R. Rosas (Coord.), *La Enseñanza de las Matemáticas: Lecturas* (pp. 49-68). México. Secretaría de Educación Pública de México.
80. MORENO, L., ROJANO, T. (2000) Las Nuevas Tecnologías en el Aula de Matemáticas y Ciencias. *Avance y Perspectiva*, Vol 17.
81. MÚNERA, J. OBANDO, G. (2003). Las situaciones problemas como estrategia para la conceptualización matemática. *Revista educación y pedagogía*. Medellín: Universidad de Antioquia, Facultad de Educación. Vol. XV, no. 35.

82. NUSSBAUM, M, RODRÍGUEZ, P, LOPEZ X. Impacto del Uso de PDAs en Enseñanza Media en Física y Matemática. Extraído el 16 de abril de 2008 desde Fuente <http://www.tise.cl/archivos/tise2005/04.pdf>
83. ONTORIO, A, BALLESTEROS.A, CUEVAS.M, GIRALDO. L. MARTIN. I, MOLINA. A & RODRIGUEZ. A (2001). Construcción del conocimiento desde el aprendizaje significativo-cognitivo. En: J, Alarcón R. Rosas (Coord.), *La Enseñanza de las Matemáticas: Lecturas* (pp. 49-68). México. Secretaría de Educación Pública de México.
84. OPAZO (2005), *Las PDA en educación y su utilización en el aprendizaje de la geometría*. Extraído el 2 de agosto de 2011 desde <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/979/97917573009.pdf>
85. ORDOÑEZ, S. (2009). Las tareas Escolares: Herramientas didáctica por excelencia. *Magisterio Educación y Pedagogía*, n°37, 68-71.
86. OROZCO, C. & LABRADOR M. (2007). La tecnología digital en la educación: implicación en el desarrollo del pensamiento matemático del estudiante. *Revista THEORIA*, 15(2), 81-89.
87. ORRANTIA, J. RODRIGUEZ, L. (2008). Aprendizaje de las matemáticas y práctica educativa. *Cultura y Educación: Revista de teoría, investigación y práctica*, n°4 volumen 20, 386-387.
88. ORTEGA, J. (2007). La Alfabetización Visual y su Tecnología. En J, Ortega. A. Chacón. (comp.), *Nuevas Tecnologías para la Educación en la era Digital* (pp.55-87).Madrid: Ediciones Pirámide.
89. OUELLET, A. (2001). La Evaluación del Aprendizaje en la Encrucijada: Hacia una Evaluación Creativa. *Revista Escuela de Administración de Negocios*. N° 42-43, 4-15.
90. PEREZ, J. *Criterios para seleccionar contenidos (2003)*. Extraído el 20 de octubre de 2009 desde [http://www.korion.com.ar/archivos/seleccion\\_contenidos\\_korion.pdf](http://www.korion.com.ar/archivos/seleccion_contenidos_korion.pdf)

91. PERRIN, MJ. (2009). Utilidad de la teoría de las Situaciones Didácticas para incluir los fenómenos vinculados a la enseñanza de las clases normales. *Magisterio: Educación y pedagogía*, nº 39, 10-16.
92. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE. (2006). Escuela de Ingeniería Departamento de Ciencia de la Computación *EDUNOVA*. Proyecto: *Tecnología Portátil En La Sala De Clases*. Extraído el 20 de abril de 2008 desde <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=849687>
93. PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA. Proyecto HP. Extraído el 16 de abril de 2008 desde <http://triton.javeriana.edu.co/proyecto-HP/asignaturas/ddigital.html>
94. PORLAN, R. (2000). Construir el conocimiento escolar: La investigación de alumnos y alumnas en interacción con el medio. En R. Porlán, *Constructivismo y Escuela: Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación* (pp.105-113). Madrid: Diada Editora.
95. PROYECTO INGENIUOS, (2011). Extraído el 3 de agosto de 2011 desde [http://www.scientix.eu/web/guest/projects/project-detail?p\\_p\\_id=results\\_war\\_lreportlet&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-2&p\\_p\\_col\\_pos=1&p\\_p\\_col\\_count=3&results\\_war\\_lreportlet\\_action=view-detail&results\\_war\\_lreportlet\\_groupid=10137&results\\_war\\_lreportlet\\_articleid=49000](http://www.scientix.eu/web/guest/projects/project-detail?p_p_id=results_war_lreportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=3&results_war_lreportlet_action=view-detail&results_war_lreportlet_groupid=10137&results_war_lreportlet_articleid=49000)
96. PROYECTO COMPASS, (2009). Extraído el 3 de agosto de 2011 desde <http://www.compass.project.eu>
97. PROYECTO ETWINNING (2015). Extraído el 4 de agosto de 2011 desde <http://www.etwinning.net/en/pub/inspiration/kits.htm>
98. PROYECTO FIBONACCI (2010). Extraído el 4 de agosto de 2011 desde <http://www.fibonacci-project.eu>
99. PROYECTO FICTUP, (2008). Extraído el 3 de agosto de 2011 desde <http://www.fictup-project.eu>

100. PROYECTO ITEMS, (2008). Extraído el 4 de agosto de 2011 desde <http://www.etwinning.net/en/pub/inspiration/kits.htm>
101. PROYECTO INNOMATHED, (2008).Extraído el 5 de agosto de 2011 desde <http://www.math.uni-augsburg.de/de/prof/dida/innomath/>
102. PROYECTO PRIMAS (2010). Extraído el 4 de agosto de 2011 desde <http://www.primas-project.eu>
103. PROYECTO SCIENTIX <http://www.scientix.eu/web/guest>, extraído en agosto 1 de 2011.
104. PORRAS, E. (2008).Una Perspectiva de la Calidad de la Educación. *Revista internacional Magisterio: Educación y Pedagogía*, nº 23, 36-42.
105. PORRAS, E. (2008).Una perspectiva interactiva de la calidad de la educación. *Magisterio: Educación y pedagogía*, n°32, 36-42.
106. POZO J, (2000). Más allá de las representaciones mentales. la adquisición de los sistemas externos de representación. *Infancia y Aprendizaje*. n°90.11-30.
107. POZO, J. (1995).*Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid: Ediciones Morata
108. POZO, J. (2003).El aprendizaje como Adquicisión de Representaciones. En J, Pozo, Adquicisión del Conocimiento: Cuando la carne se hace verbo. (pp. 70-90). Madrid: Ediciones Morata S.L
109. RABAJOLI, G & CASTRO, I (2008).La Tecnología Extendida en el Aula: Modelos y Dispositivos Móviles usados como Mediadores Educativos. Extraído el 15 de junio de 2010 desde <http://ceibal.edu.uy/Userfiles/P0001/File/la%20tecnolog%C3%ADa%20extiende%20el%20aula.pdf>
110. RAMIREZ, A. *Proyecto Queen*. Extraído el mayo 1 de 2008 desde [http://www.matematicas.net/paraiso/pro\\_queen.php?id=intro](http://www.matematicas.net/paraiso/pro_queen.php?id=intro)

111. RAMOS, E & BAQUEDANO, J. (Diciembre de 2006). Uso de la Tecnología para la Enseñanza actual de la Matemática. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática, Volumen (8), 127-131*
112. RESNICK, L & FORD, W. (1998). *La Enseñanza de las Matemáticas y sus fundamentos psicológicos*. Madrid: Ediciones Paidós Ibérica S.A.
113. RESNICK, L. FORD W. (1995). Piaget y el desarrollo de las estructuras cognitivas. *En La enseñanza de las matemáticas y sus fundamentos psicológico* (pp. 187-220). Barcelona: Editorial Paidós
114. RIVERA, F & MEJIA, B. (2005). *La Interpretación de la Práctica Pedagógica de un Docente de Matemáticas*. Extraído el 25 de octubre de 2009 desde <http://portalweb.ucatolica.edu.co/easyWeb2/acta/pdfs/n14/art7acta14.pdf>
115. ROMERO, J. GARCIA, F (2007). Redes Telemáticas y Educación: La Alfabetización Digital. En J, Ortega. A. Chacón. (comp.), *Nuevas Tecnologías para la Educación en la era Digital* (pp. 279-290). Madrid: Ediciones Pirámide.
116. SANTOS, M. BENITEZ, M. (2003). Herramientas Tecnológicas en el desarrollo de sistemas de representación para la resolución de problemas. *Perfiles Educativos n°100 volumen 25, 23-40*
117. SANDOVAL, C (1996). *Investigación Cualitativa*. Santafé de Bogotá. Corsa Editores.
118. SILBARÁN. E, ROJÓN, C. (2006). Repercusión de la interactividad y los nuevos medios de comunicación en los procesos educativos. *Investigación y Posgrados, n°1 volumen 21, 187-209*.
119. STAKE, R. (1999). *Investigación con Estudio de Casos*. Madrid. Ediciones Morata S, L.
120. STEWAR, J (2006) *Cálculo, Conceptos y contextos* NY: Editorial Thomson 3era edición
121. SUAREZ, M. (1998). Didácticas de las Matemáticas. *Revista Ciencias Humanas de la Universidad San Buenaventura, n°2, 102-118*.

122. TRUJILLO, R; LLINÁS H, Obeso V. & Rojas C. (2006). *Influencia de la tecnología en el aprendizaje de cálculo diferencial y estadística descriptiva*. Extraído el 20 de abril de 2008 desde ([http://ciruelo.uninorte.edu.co/pdf/zona\\_proxima/6/6\\_Influencia%20de%20la%20tecnologia.pdf](http://ciruelo.uninorte.edu.co/pdf/zona_proxima/6/6_Influencia%20de%20la%20tecnologia.pdf))
123. TUREGANO, P. (2006). Una Interpretación de la Formación de Conceptos y su aplicación en el aula. Extraído el 16 de agosto de 2010 desde [http://www.uclm.es/ab/educacion/ensayos/pdf/revista21/21\\_3.pdf](http://www.uclm.es/ab/educacion/ensayos/pdf/revista21/21_3.pdf)
124. UNIVERSIDAD EAFIT. Extraído el abril 4 de 2008 Desde <http://interactiva.eafit.edu.co/ei/>
125. VARELA, A. (2009). Procesos Educativos: Competencias, dialogo, mediación y estrategias didácticas. Magisterio: Educación y pedagogía, nº 40, 30-33
126. VARELO, P. (2002) *Consideraciones sobre el contexto y la educación matemática para la democracia*. Vol 11. Nº 1. Extraído el 6 de junio de 2010 desde [http://cimm.ucr.ac.cr/ciaem/articulos/otros/politica/Consideraciones%20sobre%20el%20contexto%20y%20la%20educaci%C3%B3n%20matem%C3%A1tica%20para%20la%20democracia\\*Valero,%20Paola\\*Valero,%20P.%20Consideraciones%20sobre%20el%20contexto%20y%20la%20...2002.pdf](http://cimm.ucr.ac.cr/ciaem/articulos/otros/politica/Consideraciones%20sobre%20el%20contexto%20y%20la%20educaci%C3%B3n%20matem%C3%A1tica%20para%20la%20democracia*Valero,%20Paola*Valero,%20P.%20Consideraciones%20sobre%20el%20contexto%20y%20la%20...2002.pdf)
127. VICENTE, S. ORRANTIA, J. VERSCHAFFEL, L. (Noviembre 2008). Influencia del Conocimiento Matemático y Situacional en la resolución de Problemas aritmético verbales: Ayudas Textuales y Gráficas, nº 4. *Infancia y Aprendizaje*, 465-478.
128. ZABALETA, T (2007). Desarrollo y formación por competencias: un acercamiento desde la complejidad. nº16. 40-47

## 7. ANEXOS

### ANEXO 1. GUIA DE OBSERVACIÓN

#### GUÍA DE OBSERVACIÓN DE CLASE

LUGAR \_\_\_\_\_

FECHA \_\_\_\_\_

OBSERVADOR(A) \_\_\_\_\_

DURACIÓN \_\_\_\_\_

DOCENTE \_\_\_\_\_

1. El desarrollo de la clase sigue el contenido del libro (Eje Temático) (SI)(NO)  
Porqué \_\_\_\_\_
2. La clase es entendida por todo el grupo (SI)(NO)  
Porqué \_\_\_\_\_
3. Todos los alumnos desarrollan los ejercicios al mismo tiempo (SI)(NO)  
Porqué \_\_\_\_\_
4. Varios alumnos se quedan sin participar en las actividades de la clase (SI)(NO)  
Porqué \_\_\_\_\_
5. La organización de los alumnos en el aula de clase persiste en cada clase(SI)(NO)  
Porqué \_\_\_\_\_
6. La clase es continuamente interrumpida por motivos ajenos al tema (SI)(NO)  
Porqué \_\_\_\_\_

7. La clase termina sin asignación de tareas a los participantes (SI)(NO)  
Porqué \_\_\_\_\_
8. Los alumnos carecen de materiales para las actividades de la clase (SI)(NO)  
Porqué \_\_\_\_\_
9. Los alumnos carecen de fuentes de consulta (SI)(NO)  
Porqué \_\_\_\_\_
10. El grupo carece de reglas claras para el comportamiento en clase (SI)(NO)  
Porqué \_\_\_\_\_
11. Los alumnos continuamente pierden la motivación en la clase (SI)(NO)  
Porqué \_\_\_\_\_
12. Los alumnos quedan con dudas después de la clase (SI)(NO)  
Porqué \_\_\_\_\_
13. La clase, en general, es pasiva (SI)(NO)  
Porqué \_\_\_\_\_
14. La clase finaliza sin hacer una evaluación de lo aprendido (SI)(NO)  
Porqué \_\_\_\_\_
15. Las preguntas construidas del docente, cuentan con una estructura conceptual que lleve al alumno a responder correctamente (SI)(NO)  
Porqué \_\_\_\_\_

16. Los alumnos formulan preguntas y respuestas que llevan al docente a detectar sus vacíos conceptuales (SI)(NO)

Porqué \_\_\_\_\_

17. La relación de los ejercicios con el mundo real, permite asociar el conocimiento a un tema dado en el momento. (SI)(NO)

Porqué \_\_\_\_\_

18. Las herramientas tecnológicas propuestas para el desarrollo de la clase son llevadas a tiempo (SI)(NO)

Porqué \_\_\_\_\_

19. Los estudiantes en ocasiones colaboran con los compañeros que tienen algún tipo de dificultad en el momento del aprendizaje (SI)(NO)

Porqué \_\_\_\_\_

20. La utilización del software 3D-Universal instalado en las Pocket PC, es constante en las sesiones de clase(SI)(NO)

Porqué \_\_\_\_\_

21. El tiempo promedio del uso de las Pocket PC, sobrepasa el 50% del tiempo de la clase(SI)(NO)

Porqué \_\_\_\_\_

22. Los temas planteados de clase apoyados en ejercicios, se resuelven en el software 3Duniversal instalado en la Pocket PC(SI)(NO)

Porqué \_\_\_\_\_

## ANEXO 2. CUESTIONARIO DE CONOCIMIENTOS MATEMÁTICOS

Al inicio del curso se aplica un cuestionario para determinar los conocimientos de los estudiantes en cuanto al Cálculo, estas fueron las respuestas de cada uno:

### 1. Describa diversas situaciones de la vida diaria en las que se aplica el cálculo

- Las medidas en las cuales se tiene en cuenta para poder hacer, que un molde, que corta una tela sea eficiente
- Considero que cada uno en su vida cotidiana aplica el cálculo en todo momento y en todo lo que hace.
- Diseño de productos
- Las situaciones de la vida están llenas de calculo que aunque en algunas ocasiones no la vemos y siempre están allí
- Por lo general el cálculo no es perceptible, pero se sabe que detrás de cada fenómeno hay una función que lo explica
- Yo creo que en cada uno de las situaciones diarias se aplica el calculo
- Se aplica desde que se levanta o cierta hora, cuando se cocina (porciones, tiempo, velocidad), se aplica en las más elevadas tecnología, en la computación, en la arquitectura, en el arte, la música, en el día a día, cálculos básicos y complejos.
- Para poder hacer objetos, para pensar, para caminar, para estudiar, para poder comunicarnos de una forma diferente
- Para programar, construir
- Para hacer construcciones, programación
- En el desarrollo de software, al usar electos como calculadoras, computadoras, celulares etc., se entiende que para que estos fueran posibles, hubo una aplicación de calculo

- El cálculo se aplica en cada cosa de nuestro uso cotidiano, aun sin darnos cuenta como los software, el Internet, los medios de transporte, la biología y la física
- En cualquier cosa que vemos está relacionada con el cálculo desde un edificio hasta las sillas en que nos sentamos
- Construcciones, la industria de polímeros, la industria de fluidos, movimientos
- Maquinas, construcciones, informáticas, ciencias, tecnología
- Puentes, túnel, negocios, finanzas, construcciones (edificios)
- Construcciones, desarrollo de tecnologías, desarrollo de nuevas máquinas y mejoras en la vida humana
- En las operaciones que se hacen en la calculadora, en la construcción, en los sistemas de transporte como el metro, en las fabricas
- Divisiones o distribuciones de materiales, en construcción, cocina, etc.
- En edificios, construcciones, cuando necesitamos exactitud
- La cantidad de agua que fluye por la llave, colocar un escritorio en un determinado lugar ( calcular ambas dimensiones)
- Inconscientemente el cálculo puede estar en las mayoría de las acciones que realizamos pero esto fue aplicado por alguien, no que nosotros lo hagamos conscientemente
- En otras materias donde se tenga relacionado los ejes de referentes y donde se tenga que despeja
- En la construcción de edificios, al manejar.
- En la compra de algún objeto que tenga valor
- El cálculo ayuda a la agilidad mental en diversas operaciones, por ende ayuda en todos los aspectos de la vida, desde sacar cuantas para comprar algo, hasta problemas aplicados
- Para hacer planos de construcciones arquitectónicos, casas, edificios, piscinas, etc. Para realizar piezas específicas, con tolerancia y dimensiones específicas

- A la hora de merchar, por ejemplo, con los conos de helado (son superficies), al atravesar una montaña

2. ¿En qué situaciones concretas, diferentes a los exámenes presentados, ha usado el cálculo en su vida?

- Al hacer. Programas en diferentes lenguajes de programación donde aplico procesos de cálculo para poder hacer una práctica eficiente
- para comprar objetos, hacer manualidades
- Diseño de un mecanismo para una sierra sable
- No responde
- No se me viene ninguna a la mente
- En ninguna
- Cuando voy en carro, cuánto me demoraría en llegar a cierta velocidad a cierta distancia. Al dibujar, al realizar manualidades como móviles colgantes, al comprar (sumar, restar, multiplicar), al medir distancias, repartición de espacios en el hogar
- Para poder comprender muchos fenómenos naturales, para en momento de construir un modelo, buscar soluciones prácticas, como herramientas en el momento de resolver dudas
- Programación en Matlab (elementos finitos)
- Programando en elementos finitos
- Probablemente los haya usado en diferentes ocasiones pero es difícil reconocerlas, pero particularmente al desarrollar los productos en la asignatura "proyecto" son necesarias mediciones, conocer proporciones etc.
- Generalmente para una mejor comprensión de nuestro mundo y los fenómenos
- Para hacer diferentes cosas para mi diversión podría ser un carro de balineros

- Para calcular aceleraciones teniendo una velocidad previa
- Para comprar, para hacer cuentas
- Negocios propios
- Al hacer cuentas sobre dinero o inversiones que he querido hacer
- Para calcular el enfriamiento de la acetona, un tinto
- Para dividir, trabajos, estimar tiempo de llegada en un viaje
- Para calcular tiempos, como cuando vamos a viajar
- Cuando uno conduce debe ser consciente de la relación velocidad vs. Distancia, pasar el agua por un embudo
- Creo que para casi todas las cosas se usa el cálculo como camina, por ejemplo, no pensando en una derivada pero si haciendo posible tener conclusiones y prediciendo que va a dar y como
- En algún movimiento dado
- para la construcción de módulos de oficina, camas
- Cuando toco mi bajo eléctrico con mi banda de punk y cuando manejo mi carro para venir a la universidad
- Para resolver de una manera más ágil problemas o situaciones de esta materia, elementos infinitos, modelaciones y simulaciones mecánicas
- Para saber cuánto material comprar y no desperdiciar, para dimensionar piezas, sacar perímetros, áreas de productos
- Para situaciones cotidianas como el tiempo que se demora el agua y en que temperatura ( El cálculo se aplica para procesos químicos, en tuberías ,etc)

3. ¿Qué conceptos matemáticos se estudian en el aprendizaje del cálculo?

- Las derivadas, las integrales, la factorización que son conceptos que puestos en práctica llevan a una solución
- Se estudian todos los conceptos en calculo
- No responde

- Integrales, derivadas, series, limites, áreas
- Derivadas, integrales, limites, series
- Todos
- Se estudian todos los básicos (+, -, \*, /) y se profundiza más a medida que avanzamos, como la derivación, integración, el graficar. El despejar ecuaciones, conversiones de medidas....
- Las funciones, las ecuaciones, derivadas, integrales, limite, leyes y teoremas
- Trigonometría, algebra
- Algebra, trigonometría
- Las derivadas, integrales, los conceptos básicos como el sumar, restar, multiplicar etc., el despegue de ecuaciones y graficar funciones
- Podría decir que no sé, puede ser en la aritmética, geometría, algebra, trigonometría etc., son necesarios para un curso de calculo
- Derivadas, Integral
- Algebra, derivadas, integrales, limites, Laplace
- Integrales, derivadas, operaciones básicas ( suma, resta, multiplicación, división)
- Algebra, graficas, problemas
- El álgebra es un concepto muy importante para el cálculo, la derivada, la integral etc.
- Operaciones, derivadas, integrales, como hallar volúmenes, etc.
- Algebra, ecuaciones, operaciones
- Algebra, ecuaciones, integrales y limites
- Volúmenes, fluidos, dimensiones, velocidad, peso
- Como suma, resta etc. y conceptos como funciones integrales, derivadas etc.
- Aceleración, velocidad, distancia en general
- Sumas, resta, multiplicación y división
- Funciones, ecuaciones, continuidad de funciones

- Geometría, operaciones básicas, factorización
- No sé
- No responde

4. ¿Qué conceptos se estudian a partir de la derivada de una función?

- Las áreas, los volúmenes de un cuerpo
- Se estudia desde el motor de un carro hasta la elaboración de cosas importantes
- Aceleración de objetos
- Pendientes
- Pendientes
- Factorización
- Velocidad, aceleración, continuidad, discontinuidad, tipo de gráficas
- Los máximos, los mínimos
- Espacios, velocidad, aceleración
- Las velocidades, aceleraciones, posiciones de los cuerpos
- No recuerdo en el momento los conceptos, por física, la velocidad, aceleración, distancia recorrida de un cuerpo
- Depende de la función que se esté derivando por ejemplo si es de física y te dan una función de posición al derivar se obtiene su velocidad
- Podría ser la pendiente de una recta
- Límites, algebra
- Gráficas, hallar distancias, velocidades y posiciones
- Precisiones, graficas, problemas
- las pendientes de graficas donde se pueden analizar comportamientos de estas
- Continuidad o discontinuidad de funciones, límites, pendientes, velocidad
- Pendientes, velocidad, aceleración
- Límites, pendientes, velocidad, aceleración

- Volúmenes, dimensiones
- Los conceptos de velocidad, aceleración y formas aplicadas a la física
- Aceleración, velocidad, distancia
- El cambio con respecto a una variables, la cambia de una variables con respecto a otras
- La concavidad, si crece o decrece, si positiva o negativa
- Las variables independientes y dependiente, ej: Como varia una variable en función de otra
- No sé
- Derivadas por partes, derivadas parciales

5. ¿Qué conceptos matemáticos se estudian a partir de la integral de una función?

- Las áreas, los volúmenes de un cuerpo
- Yo considero que esta pregunta contiene lo mismo que la anterior
- Distancias de recorrido
- Áreas, volúmenes
- Áreas, volúmenes
- Los limites
- Área bajo la curva, volúmenes, ecuaciones originales
- Las áreas y los volúmenes
- Áreas (áreas bajo curva)
- Un área bajo una curva
- Por medio de la integral se trabajan igualmente conceptos de física anteriormente mencionados
- Es la operación contraria a la derivada, integrar es como juntar infinitos elementos para hallar un área volumen centro de gravedad
- Volúmenes, áreas etc.
- La suma, la antiderivada

- Gráficas, aceleraciones, movimientos
- Promedio (punto medio) acercamientos
- Se puede llegar a hallar aceleraciones, velocidades y posiciones de un objeto a partir de un dato
- Concavidad y no me acuerdo de mas
- Concavidad, áreas
- Concavidad y áreas
- Fluidos, razón de cambio
- Volúmenes, áreas bajo una curva, cortes, ficciones, problemas de velocidad y física en general
- Aceleración, velocidad y distancia
- Áreas, volúmenes
- Volúmenes, áreas debajo de curvas
- Las sumas, en ocasiones infinitas, o finitas, además de sumas de áreas, geometría
- No se
- Integrales por partes

6. ¿El cálculo desarrollado para funciones de una sola variable puede explicar todos los fenómenos de la naturaleza?

- Creo que sí, pero puede estar limitado ya que puede no tener en cuenta muchos factores externos
- Yo considero que la naturaleza es muy grande y necesita mucho más para poder explicarlo
- No es necesario más de una variables
- No, porque en la naturaleza hoy cosas muy complejas que no se pueden explicar con funciones de una sola variable
- No, hay fenómenos más complejos que depende de varios factores
- No creo

- No, dado que hay muchos factores que afectan a la naturaleza en sí, ya que esta consta de una altísima complejidad
- No, ya que hay fenómenos que dependen de muchas variables, como la caída de una roca
- No, porque en ocasiones es necesario involucrar más de una variable, función para hallar un valor determinado, además los fenómenos de la naturaleza son muy complejos
- No, porque los fenómenos son muy complejos y se deben analizar diferentes puntos de vista
- los fenómenos pueden ser explicados por el cálculo, pero no sabría determinar la intervención de una o más variables
- No, puede explicar parte de falla, de lo contrario este curso no tendría sentido que lo dictaran en ingeniería
- No, porque en algunas cosas llegamos a problemas que no tienen solución
- No, porque se emitirán problemas en 3 dimensiones que es la realidad
- No, hay situaciones variables complejas que requieren de más variables
- No tengo la menor idea pero creo que si
- No, los fenómenos de la naturaleza necesita ser analizados desde todos sus puntos
- No creo, para eso creo que existe esta materia varias variables, no debe ser en vano
- No, pues hay fenómenos que dependen de uno o más aspectos
- No, hay fenómenos que necesitan más variables
- Creo que no puesto que existen fenómenos en donde es necesario utilizar varias variables para solucionar dichos problemas
- No sabría cómo, se puede explicar un fenómeno de la naturaleza de una manera clara con el cálculo, mas con una sola variable, pues en la naturaleza, las variables son infinitas
- No, porque en la naturaleza, es evidente varias variables en un problema

- No, estoy seguro, pero creo que no
- Sí, pero no los explicaría muy bien dada que en la naturaleza hay más de dos variables
- No creo que todos los fenómenos, solo los más simples
- No sé, me imagino que si
- No, todos los fenómenos se pueden explicar con funciones de una sola variable

7. ¿Se necesita de funciones de muchas variables para explicar algunos fenómenos de la vida diaria? En caso afirmativo de algunos ejemplos

- Si, por ejemplo la explicación de un sólido, o en caso más profesionales la explicación y la elaboración de un edificio
- No
- Creo que sí, pero no tengo un ejemplo concreto
- No responde
- Si, ya que el número de variables depende de que tantos factores afecten al fenómeno
- Sí, pero no se algún ejemplo
- Si, dado que por ejemplo el movimiento de caída de un objeto,,,, entrarían las variables de aceleración, peso, fricción, gravedad (planeta)
- Si, como la caída de una roca que depende del viento, la gravedad, la masa, la forma
- No responde
- Si
- No, necesariamente la vida diaria de una forma más simple que el calculo
- Estoy seguro que se necesita funciones de varias variables, pero no sé en qué fenómenos en particular aplicarlos
- Si se necesita pero no sé un ejemplo en concreto

- Si, para analizar problemas de fuerzas en 3 planos, movimiento de partículas en 3D
- Si, movimiento, funcionamiento de carros y no es discontinua
- De pronto en casos donde intervengan muchas cosas para averiguar. Se aplacarían muchas variables como en edades
- No responde
- Si, el vuelo de un ave, el manejo y funcionamiento de una máquina
- Si, el cálculo de una población depende de la natalidad y además de la mortalidad
- En algunas cosas si
- Si, por ejemplo agregar combustible a un auto, están las variables cantidad vs. tamaño del campo
- Creo que si pues el entorno tiene infinidad de variables
- Si, en el caso de la física la aceleración, la velocidad, distancia necesitan más de una variable
- Si, las conclusiones climáticas
- Explicar el clima, desbordamiento de los ríos
- Sí, pero no sé un caso particular
- No sé
- Hay algunos fenómenos que no necesitan de muchas variables, sin embargo son más los fenómenos naturales que se utilizan funciones con muchas variables

8. ¿En sus propias palabras?, ¿qué se entiende por una función continua en un punto?

- Que pasa por ese punto y que no hace por así decirlo corto circuito en ese punto
- Que es constante en ese mismo punto

- Que existe en este punto y que no se parte en ninguna parte del punto en el espacio
- Que tiene imagen en la función
- El punto tiene imagen en cada función
- En una función que hace un par en un punto y puede volver a empezar desde ahí
- Es una función que es posible, que no se anula ni presente asíntotas
- Que la función existe en ese punto
- El límite de una función existe en un intervalo dado en cual involucra un punto dado
- Que el límite existe, en un intervalo dado
- Es una función que posee una de sus variables constante
- Cuando una función es continua en un punto, significa que en su gráfica en ese punto no hay saltos, y por lo tanto es diferenciable
- Es cuando el punto tiene una imagen en el conjunto de llegada
- En ese punto para una función determinada
- Es continua en un punto cuando esta existe y no es discontinua
- Que en cierto punto del plano cartesiano presente una continuidad, se repite, es constante
- Una función es continua en un punto cuando esta existe en él y se puede representar
- Es una función que en ese punto no tiene discontinuidad, existe y no tiene asíntotas
- Una función que en ese punto se cumple y se aplica
- Que en ese punto la función nunca va a cambiar
- Que contiene todos los números naturales, es decir, que siempre va a existir allí
- Que es este punto la función existente
- Que no tiene asíntotas a algún factor infinito
- Que en un punto la función existe

- Que esa función tiene un límite que existe y el resultado de ese límite en ese punto
- una función que es estable y no se puede derivar
- Ni idea
- Una función es continua si es diferenciable y es continua si el límite de esta función existe.

9. ¿En sus propias palabras?, ¿qué es una función derivable en un punto?

- Que en ese punto tiene derivada y que puede hacerse más simplificada la función en ese punto
- Que se pueden hacer más cosas. O sea, información de ese punto
- Una función que existe dentro del espacio que de esta puede salir otra función que depende de la anterior y es continua
- No responde
- Función continua, en que se halla la pendiente tangente a un punto
- No responde
- Una función derivable en un punto es aquella que no presenta discontinuidad, ni picos en su gráfica
- Es una función que nos permite observar cual es la pendiente en el punto y es continua en el mismo
- Cuando una función tiene un límite y se puede derivar en un intervalo
- Cuando una función tiene límite
- No recuerdo el concepto
- Significa la pendiente que tiene una tangente a ese punto
- Cuando no tiene un agujero o un pico la función coseno se puede derivar, es decir que el punto tiene una recta tangente
- En ese punto, cumple condiciones específicas en donde es posible calcular la derivada, cuya pendiente es diferente de cero
- Se puede derivar para hallar posiciones

- No sé, no me acuerdo de relaciones como esa.
- En cuando una función se le puede calcular una derivada ya que tiene una pendiente en este punto
- Que es ese punto es posible derivar y existe
- La derivada de esa función existe en ese punto y se puede calcular
- Que en ese punto se puede derivar la función y calcularla
- No responde
- Que en este punto la función cambia
- Función con puntos infinitos
- Que en un punto la función cambia
- Una función continua y diferenciable
- Una función que tiene un cambio o una variación en alguna parte
- No sé, no me acuerdo
- Una función es derivable si es continua

10. ¿En sus propias palabras?, ¿qué es una función integrable?

- Que en esa función se puede conocer el área o el volumen que hay de un punto a otro
- Que se pueden hacer más cosas
- Una función que se convierte en una función más simple, es decir más aplicable
- Que debe ser continua
- Debe ser continua
- Una función que se puede integrar
- Es aquella que permite dar una nueva función continua
- Es una función que permite realizar la operación de integración dando como resultado un número
- Es la derivada de una pendiente
- Una integral es la derivada de una pendiente

- Es aquella función que permite ser integrada
- Es cuando la función cumple una serie de condiciones y en ciertos intervalos por ejemplo la continuidad
- Tiene que ser continua
- Es una función que posee una derivada de otra función
- Se puede integrar y hallar aceleraciones
- Que la integro y la derivo y vuelve a quedar como integral no se!
- La función integrable es la pendiente de la derivada
- Función que la integral existe
- Una función cuya integral exista y sea calculable
- Una función que tiene integración
- Que es posible encontrar en ella continuidad en un determinado punto
- Que se puede dar una razón de cambio
- Que la función no tiende a infinitos en ese punto
- No responde
- Que es la derivada de una función madre
- Que tiene límites entre las cuales evaluarlas
- No sé, no me acuerdo
- Es como si fuera una cuadrícula, que se puede unir para así integrarlas

11. ¿Las propiedades de continuidad, derivabilidad e integrabilidad para funciones de una variable?, ¿se podrán extender de manera “similar” a funciones de varias variables? En caso afirmativo, explique brevemente como se podría hacer esto

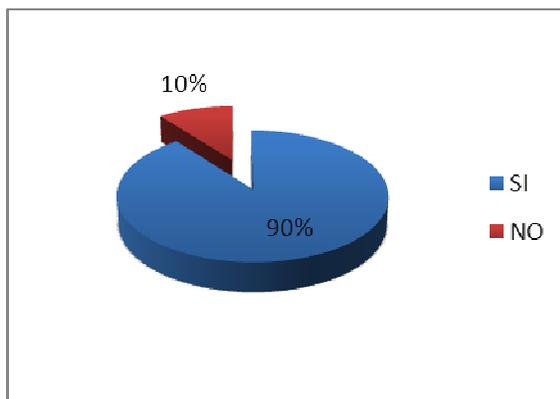
- Sinceramente no sé si se puede hacer, pienso que si ya que  $X^2$ , que es solo una variable tiene derivado e integral y pienso que para varias variables se hará igual, pero con un grado de dificultad mayor
- No responde

- Si se puede aplicar estas propiedades a funciones de varias variables, tiene un proceso diferente a las de una sola variables, pero de alguna forma es similar, si se trabaja con las variables en un orden coherente
- No responde
- No
- Sí, yo creo que es seguir el procedimiento pero metiendo más de una variable
- Si creo..., se podría aplicar en el caso de series
- Yo creo que sí, de un forma separada y de forma independiente
- No sé En realidad no sabría responder esta pregunta
- Si, se puede pero no sé como
- Sí, pero no sé cómo se podría hacer esto
- No soy capaz de dar respuesta pero intuyo que si
- No
- Si, solo es aumentar el orden a la cantidad variables que uno desee, pues estas propiedades no desaparecerán
- Si, para encontrar funcionamiento de aparatos y explicaciones de cosas estáticas
- No entiendo nada, ni tampoco sé, mejor dicho no me acuerdo
- Si, según el caso que sea estas se podrían extender a funciones con varias variables
- Sí, pero no sé como
- Debe depender de que todas cumplan los criterios para serlo
- Si, se pueden extender pero depende de valores exteriores
- Yo pienso que sí, simplemente que a la hora de ampliar estas propiedades es necesario haberlo de manera independiente
- No responde
- No responde
- No responde
- Sí. Ya que nada más es expresarles variables a las definiciones de arriba

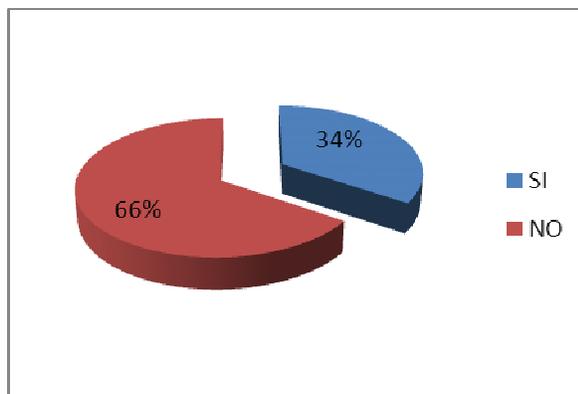
### ANEXO 3. CUESTIONARIO SOBRE TECNOLOGÍA MÓVIL

Al inicio del curso se aplica un cuestionario para determinar el nivel de uso de la Pocket PC de los estudiantes, estas fueron las respuestas y tabulación de cada pregunta:

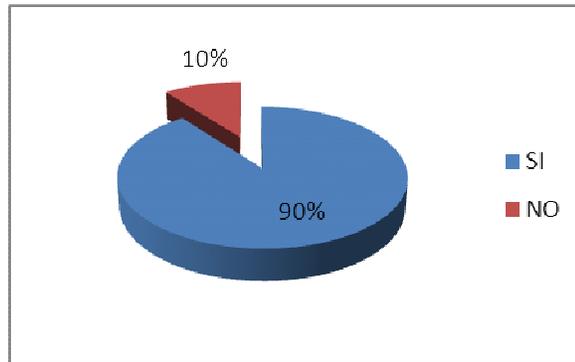
1. ¿Conoce los dispositivos móviles Pocket PC? si 26 no 3



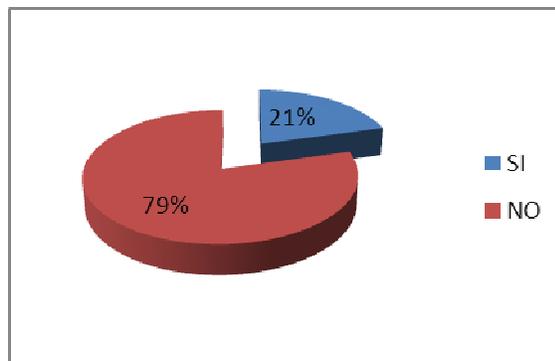
2. ¿Tiene la facilidad de utilizar las Pocket PC? Si 10 no 19



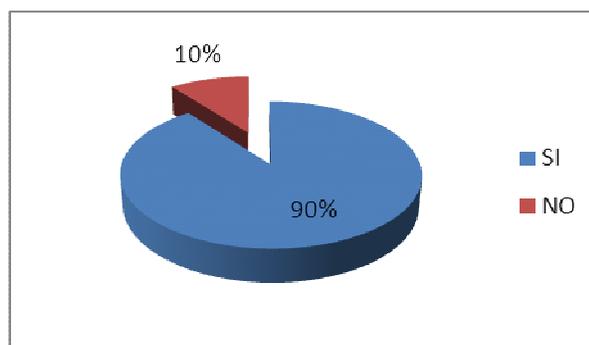
3. ¿Le resulta fácil la interacción con la Pocket PC? Si 26 no 3



4. ¿Posee este tipo de tecnología? Si 6 no 23

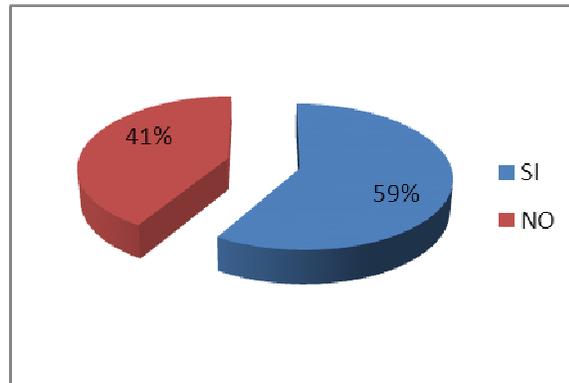


5. ¿Cree usted que hará un mejor trabajo al usar las Pocket PC como medio de aprendizaje? Si 26 no 3

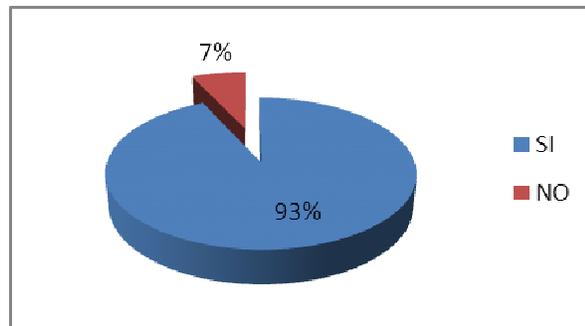


6. ¿Ha utilizado esta herramienta como recurso didáctico para aprender?

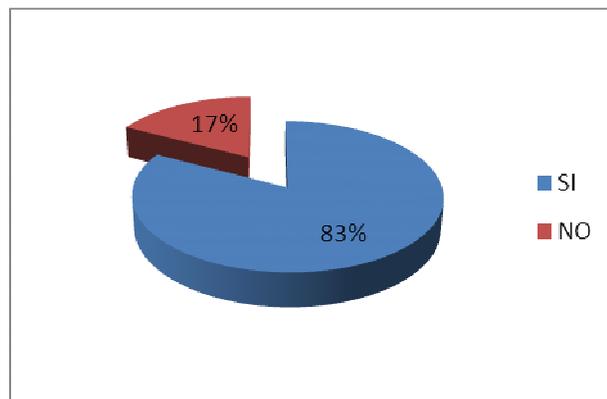
Si 17 no 12



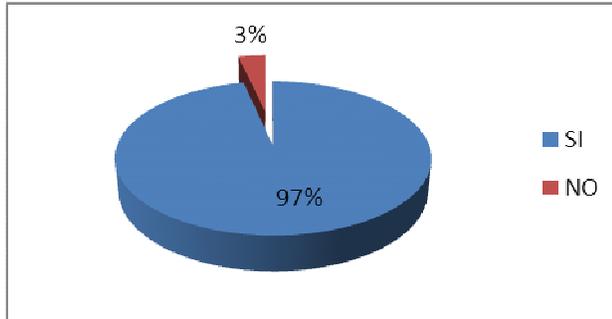
7. ¿Creía usted que las PocketPC PC, podrían tener algún tipo de uso para la enseñanza? Si 27 no 2



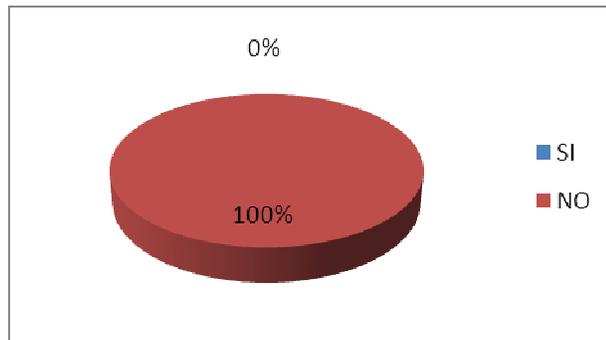
8. ¿Le ve alguna ventaja al uso de nuevas tecnologías informáticas en la educación? Si 24 no 5



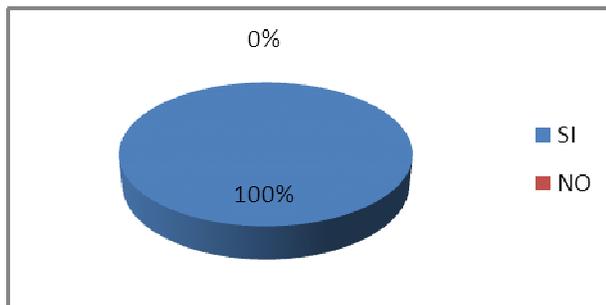
9. ¿Encuentra necesario el uso de tecnología como un medio para potenciar su aprendizaje? Si 28 no 1



10. ¿Antes había utilizado las Pocket PC para desarrollar actividades de aprendizaje? Si 0 no 29



11. A su juicio, ¿le gustaría utilizar esta tecnología para las otras asignaturas de su carrera? Si 29 no 0

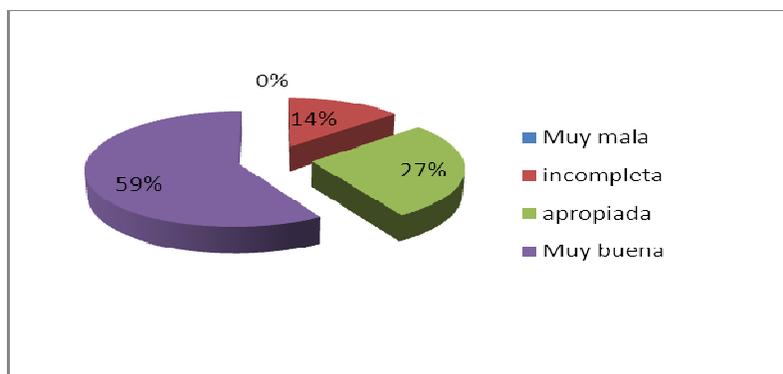


## ANEXO 4. CUESTIONARIO SOBRE METODOLOGIA DEL CURSO

Al finalizar el curso se aplica un cuestionario para determinar si la intervención apoyada con tecnología móvil influyó en los estudiantes, estas fueron las respuestas y tabulación de cada pregunta:

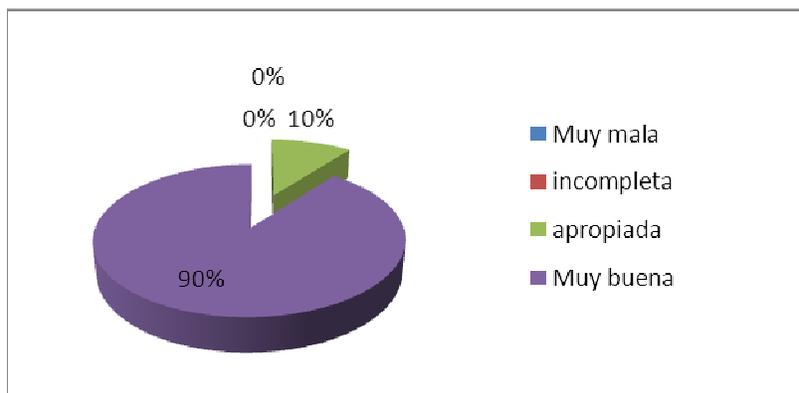
1. ¿Cómo valoras la formación matemática anterior después de ver este curso?

Muy mala	incompleta	apropiada	Muy buena
0	4	8	17



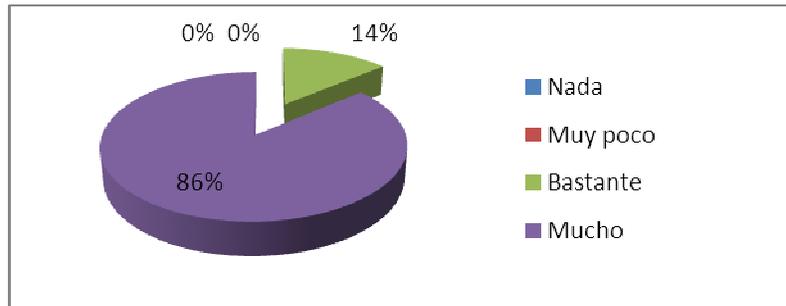
2. La metodología empleada para el proceso aprendizaje en el curso fue:

Muy mala	incompleta	apropiada	Muy buena
0	0	3	26



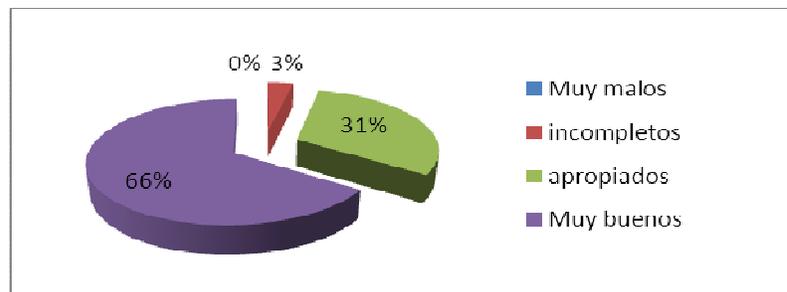
3. Los ejemplos para ubicarse en contexto si fueron convincentes y modelaron objetos cotidianos.

Nada	Muy poco	Bastante	Mucho
0	0	4	25



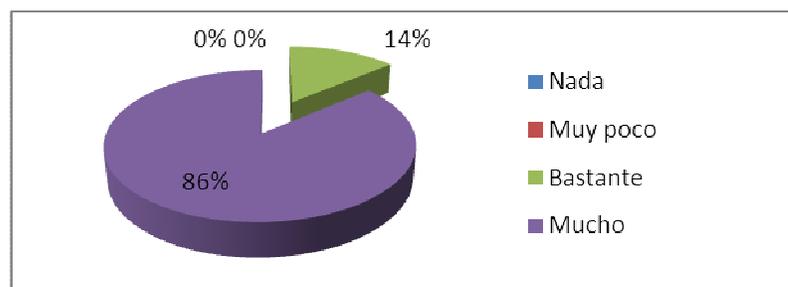
4. Los problemas seleccionados para ser resueltos pone en marcha todo mi conocimiento para llegar a soluciones satisfactorias.

Muy malos	incompletos	apropiados	Muy buenos
0	1	9	19



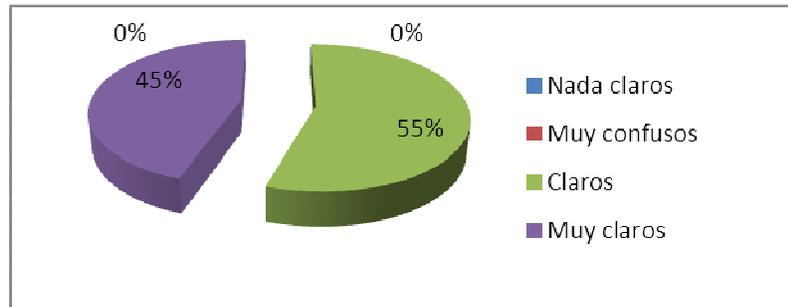
5. La tecnología móvil, acompañada de una metodología didáctica, puede incidir en una educación de calidad.

Nada	Muy poco	Bastante	Mucho
0	0	4	25



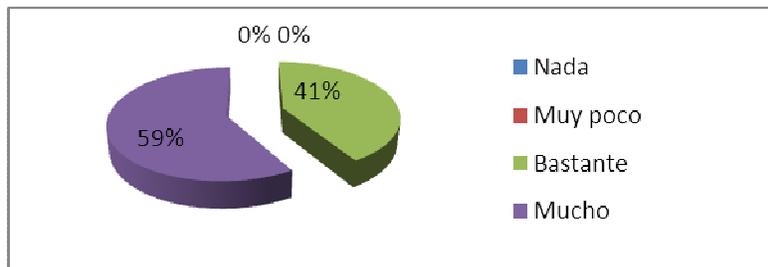
6. El uso del software 3D Universal apporto para la construcción de conceptos de cálculo de varias variables, donde estos fueron:

Nada claros	Muy confusos	Claros	Muy claros
0	0	16	13



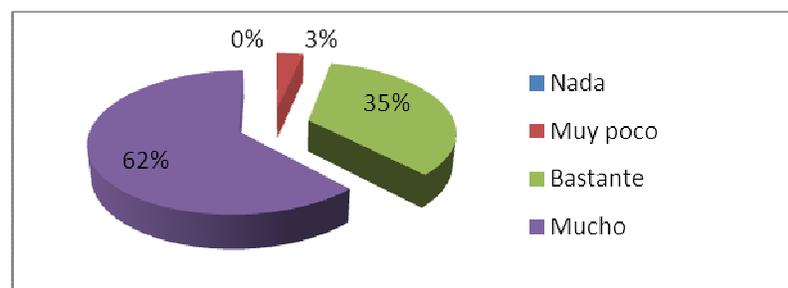
7. Es importante el trabajo grupal para transformar conceptos anteriores o relacionarlos con los que tenemos.

Nada	Muy poco	Bastante	Mucho
0	0	12	17



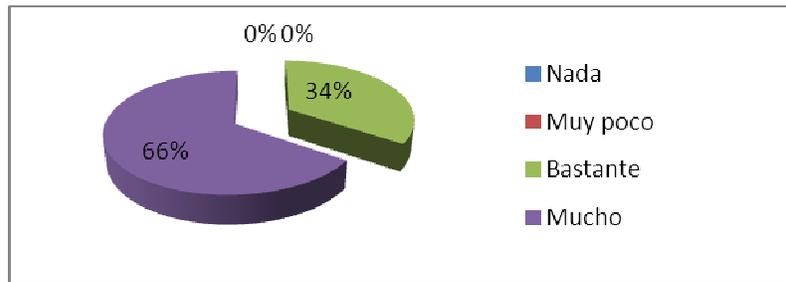
8. ¿Los contenidos del curso recogen conceptos suficientes para el aprendizaje de cálculo de varias variables?

Nada	Muy poco	Bastante	Mucho
0	1	10	18



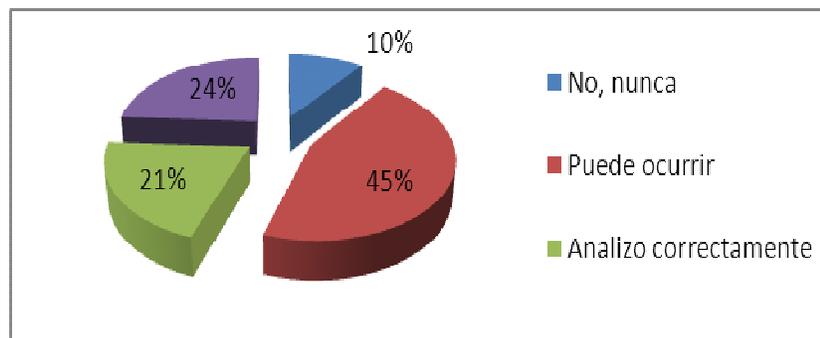
9. ¿La experiencia de utilizar el software 3D universal te acercó a comprender de manera mejor las superficies matemáticas de los objetos?

Nada	Muy poco	Bastante	Mucho
0	0	10	19



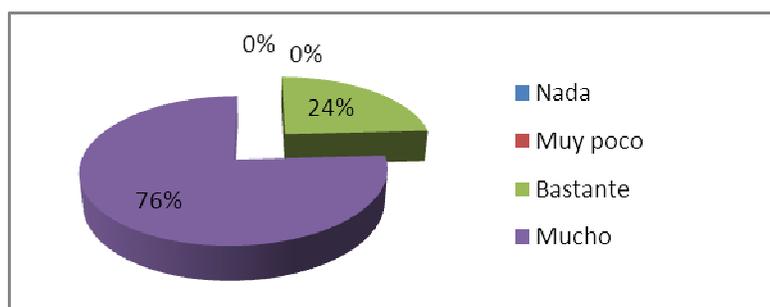
10. ¿Si el software 3D Universal no muestra solución crees que el problema no tiene solución gráfica?

Puede ocurrir	Analizo correctamente	Toda ecuación finaliza en gráfico
13	6	7



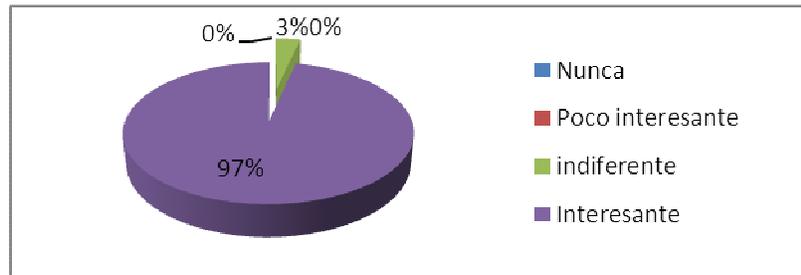
11. El uso de las Pocket PC incrementa el interés para aprender conceptos de cálculo de varias variables.

Nada	Muy poco	Bastante	Mucho
0	0	7	22



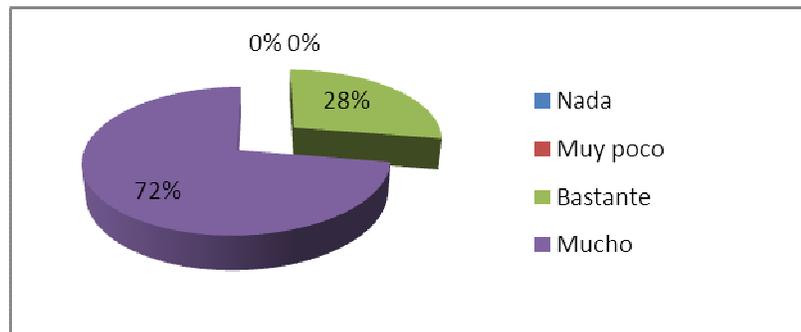
12. Con el uso de Pocket PC puedo pensar en una forma diferente de ver el Cálculo de Varias Variables.

Nunca	Poco interesante	indiferente	Interesante
0	0	1	28



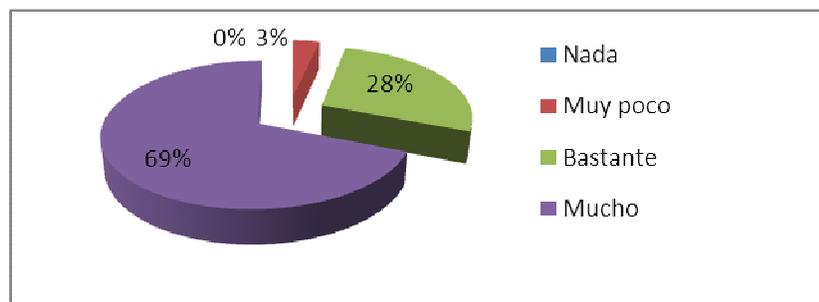
13. El software 3D universal es útil porque podemos dibujar una graficar mientras aprendemos como se forman las superficies de objetos.

Nada	Muy poco	Bastante	Mucho
0	0	8	21



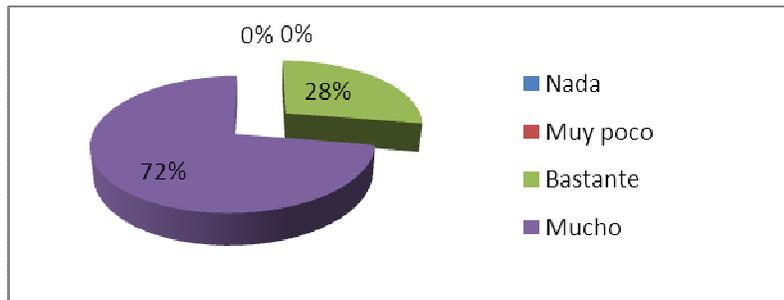
14. El software 3D Universal me ayuda a resolver problemas sin perderme de los cálculos.

Nada	Muy poco	Bastante	Mucho
0	1	8	20



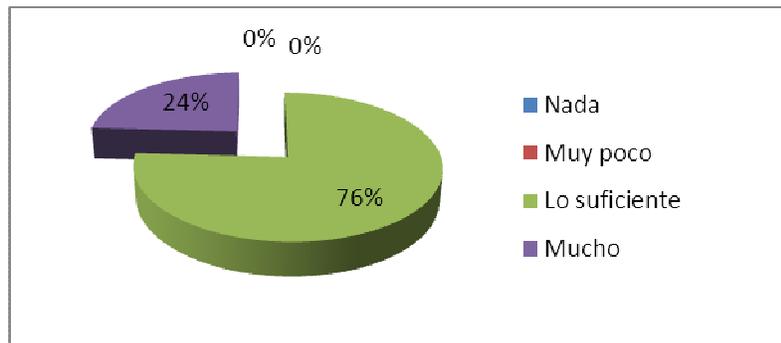
15. El software 3D Universal es útil para comprobar el resultado de una gráfica.

Nada	Muy poco	Bastante	Mucho
0	0	8	21



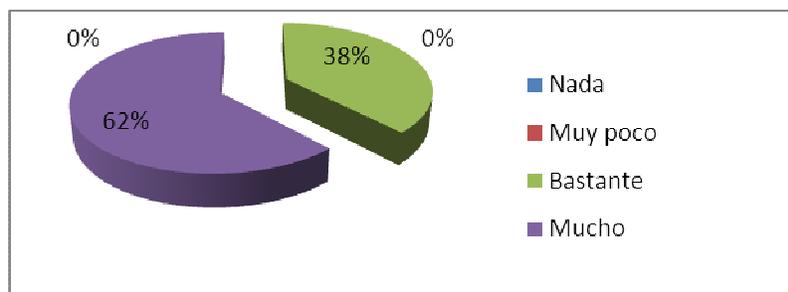
16. ¿En este momento se siente preparado en el manejo de algunos temas de cálculo de varias variables y asociarlos a un conocimiento en específico?

Nada	Muy poco	Lo suficiente	Mucho
0	0	22	7



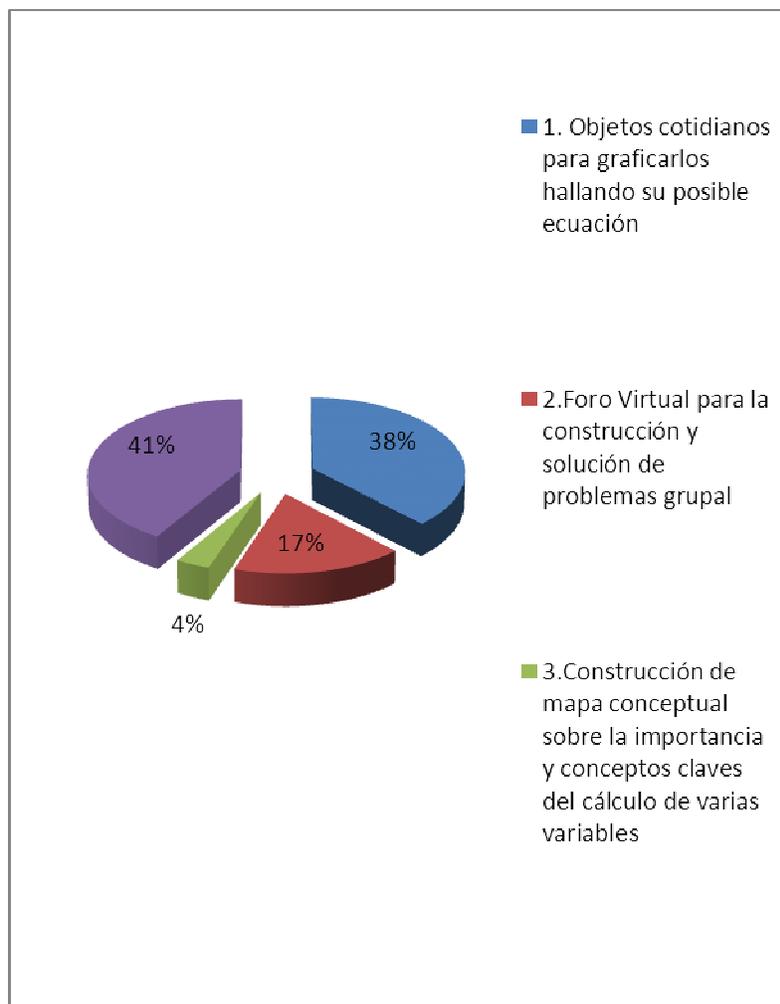
17. ¿Los problemas seleccionados para resolver personalmente y entregar me han ayudado a entender mejor los aspectos teóricos?

Nada	Muy poco	Bastante	Mucho
0	0	11	18



18. Las actividades realizadas donde el uso de tecnología se emplea para apoyar ambientes didácticos motivadores, para su concepto, ¿cuál le permitió acercarse al objeto de estudio? y por qué.

1. Objetos cotidianos para graficarlos hallando su posible ecuación	2. Foro Virtual para la construcción y solución de problemas grupal	3. Construcción de mapa conceptual sobre la importancia y conceptos claves del cálculo de varias variables	4. Diseño de maquetas de objetos del entorno, teniendo como referente sus ecuación matemáticas en su modelado
11	5	1	12



## ANEXO 5. EVALUACIÓN INSTITUCIONAL PARA DESEMPEÑO DOCENTE

Al finalizar el curso los estudiantes evalúan al docente y al curso en general, están fueron las preguntas y respuestas de cada uno:

- NOMBRAR LOS ASPECTOS POSITIVOS DEL CURSO Y DEL PROFESOR
  - o La forma de trabajo, la que se complementa con el portafolio el cual busca que de manera objetiva ubiquemos los conceptos vistos en la clase y asociarlos con los conceptos de otras materias y del mundo que nos rodea
  - o El profesor es muy bueno, tiene dominio de los temas y es cercano a los estudiantes, se preocupa por que los temas sean comprendidos, el curso fue bueno y se desarrolló de un modo muy didáctico haciéndonos ver el cálculo como algo más que una ciencia básica
  - o La materia es muy dinámica y se explica de una forma didáctica y fácil de aprender
  - o Buena metodología de enseñanza
  - o Se utiliza diferentes recursos para el buen entendimiento del tema
  - o Conceptos claros y buen profesor
  - o Conceptos claros y el profesor es específico con sus temas y lo sabe explicar
  - o El curso se ejecutó con excelentes resultados ,la metodología enfocada en las Pocket PC y las práctica enriqueció el curso aportando al entendimiento mayor grado de todos los temas
  - o Es muy paciente con los alumnos, explica muy bien, se le entiende la materia, tiene buen método
  - o El profesor es muy didáctico y hace que los estudiantes aprenderán de una forma muy amena y hagan del cálculo de varias variables, un aprendizaje que les servirá para el resto de su ingeniería

- El curso es muy agradable ya que el profesor hace clases muy amenas, es muy puntual y responsable
- El trabajo con las Pocket PC, muy dinámicas las clases y las explicaciones del cálculo en la vida cotidiana
- Se entiende demasiado bien la clase, la clase es entretenida, los ejemplos son claros, los exámenes son claros y el tema que se trata
- Una clase muy amena, muy amable el profesor, una clase didáctica, en general es una clase muy amena
- El profesor es muy paciente para explicar y la metodología de la Pocket PC fue de mucha ayuda para el aprendizaje
- Es una persona muy tranquila que irradia pasividad, es respetuoso y muy inteligente, dicta la clase muy bien, todo se le entiende al máximo
- Buena forma de explicar, es 100% aplicable para la ingeniería y para el diseño
- La metodología que se utiliza para enseñar la materia fue muy productiva, utiliza herramientas de software como apoyo al aprendizaje ayuda a que los conceptos sean más claros y entendibles, además hace trabajos en donde uno observa los conceptos que sirven para ser utilizados en la realidad
- Me gustó mucho la forma de trabajo, se aprendió de una forma didáctica, el profesor explica excelente y se entiende muy bien, es muy respetuoso y justo con los estudiantes
- La clase es dinámica, el profesor explica bien y no tiene problemas en repetir lo dicho
- Por parte del profesor, excelente metodología, buenas relaciones con los estudiantes, en el curso lo mejor fue el proyecto de investigación y además integramos de una manera muy buena el cálculo con la vida real
- Sirve mucho para la vida, nos da a ver una forma distinta del cálculo, explica muy bien los temas

- La utilización de las Pocket PC con el fin de hacer más interactivo el proceso de aprendizaje, la capacidad para transmitir el aprendizaje de parte del profesor
  - El profesor implementa actividades extra tales como portafolio que hacen despertar el interés de los alumnos en la materia, además ayudan a tener una mejor comprensión de los conceptos
  - Todos, clases muy buenas, el profesor genial, admirable de verdad, el curso dio exacto el tiempo, muy bien manejado y organizado la serenidad algo que me gustó mucho, es que no le molesta recordar temas pasados o del colegio, lo hizo con mucha calma y súper vacano
  - Manejo de elementos didácticos de aprendizaje con las PC Pocket, asesoría constante por parte del profesor, aplicación del cálculo a la vida cotidiana, utilización de texto guía y ayudas de seguimiento
  - Las clases eran muy dinámicas, trabajar con el nuevo software afianza los conocimientos y da claridad a las clases, los conceptos difíciles fueron explicados las veces que era necesario
  - Se aprende de una manera lúdica y dinámica, se utilizan recursos tecnológicos que permiten captar con mayor facilidad los temas de clase, el profesor es muy atento, dedicado al grupo y comprensivo y maneja muy bien el tema
- NOMBRAR LOS ASPECTOS NEGATIVOS DEL CURSO Y DEL PROFESOR
- Nada
  - El profesor puede ser un poco más ordenado para explicar en el tablero
  - No responde
  - Todos los aspectos son buenos
  - El curso es muy extenso, se ve demasiado tema y hay muchas clases, falta hacer más ejercicios de clase

- El curso es muy extenso y demasiados temas para cada parcial
- En general nada
- Ninguna
- Intensidad de la materia
- No responde
- Los temas para cada parcial son muy largos, mucho temas por parcial
- No veo ningún aspecto negativo ni del curso del profesor
- Las clases eran muy largas casi de dos horas
- Los temas son un poco cansones
- No responde
- La clase podría ser por la mañana, porque a pesar de que es muy buena da como sueño y pereza después del almuerzo, el profesor todo positivo
- No los hay
- Mucho tema para desarrollar en un semestre, el programa del curso es un poco largo
- No tengo quejas ni del curso ni del profesor
- Ninguno
- Ninguna
- Ninguno, a veces es muy desorganizado
- En opinión no hubo aspectos negativos en el curso
- Lo único negativo es que la clase dura 2 horas completas, entonces uno la última media hora ya está cansado.
- A las 3 da mucho sueño. Pero además de eso nada
- No responde
- A veces las clases eran muy extensas, y el tiempo máximo de atención de los seres humanos es de 1 hora 30 ( por estudio)
- Ninguno

- CITE ALGUNAS PROPUESTAS IMPORTANTES DE MEJORAR Y ALGUNOS COMENTARIOS GENERALES SOBRE EL CURSO Y EL PROFESOR.

- Me parece que el portafolio es una buena opción para complementar el curso de cálculo de varias variables
- No responde
- Que se mantenga el interés de enfocar la materia siempre de una manera diferente y divertida para el estudiante
- No responde
- Disminuir la cantidad de tema
- Recortar los temas de la clase y hacer ejercicios en clase de cada tema
- No sé
- Excelente
- Mas repartida la materia
- Considero que no hay nada que mejorar puesto este curso es muy importante para cada estudiante y el profesor se desempeñó muy bien para dictarla
- No responde
- Las horas de clase no son suficientes para los temas del curso, me gustaría más aplicación enfocada a la ingeniería como tal
- Muy buen profesor, la actividad que se hizo durante el semestre fue excelente
- Deberían ser más pocos los temas ya que hace que el curso sea largo y eso vuelve la clase un poco cansona
- No responde
- Excelente la metodología utilizada
- Talleres antes del parcial, pero de 2 horas no de 1 hora
- Seguir con la metodología de utilizar otras herramientas que apoyen el aprendizaje
- Deberían existir quizzes para el porcentaje de los parciales no sea tan alto
- Ninguno

- Mas trabajos de aplicación como los que hicimos
- Que no de las clases de 2 horas exactas
- más elementos interactivos
- No responde
- Me gustó mucho lo de las Pocket PC, todos los recursos externos para apoya la cátedra hacen muy ameno y muy gustoso el aprendizaje, Pedro siempre explico y concreto y eso es lo que se necesita para que las cosas no sean tan complicadas
- Todo está perfecto, de la manera que fue desarrollado el concepto de esta materia ayuda que las ciencias básicas pueden ser mucho más prácticas para la vida profesional
- Las clases deber ser menos largas, seguir trabajando con las Pocket PC
- No responde

## ANEXO 6.BASES DE DATOS DE DIRECCIONES WEB PARA TEMAS DE CÁLCULO DE VARIAS VARIABLE

Para apoyar los procesos de aprendizaje en Cálculo de Varias Variables, se utilizan los *applet matemáticos de java*, para lo cual su búsqueda en Internet se hace necesaria por cada eje temático de la asignatura, facilitando la especificad del concepto de aprendizaje, esto fue una tarea sencilla, puesto que el uso de objetos virtuales de aprendizaje para las diferentes áreas del saber es muy utilizado como estrategia didáctica.

### 1. Sistemas de coordenadas en el espacio:

<http://www.sscnet.ucla.edu/ssc/labs/cameron/java/SurfacePlotter/>

<http://www.univie.ac.at/future.media/moe/galerie/zeich/zeich.html#koord>

<http://www-math.mit.edu/18.013A/HTML/chapter03/section02.html>

[http://64.233.179.104/translate\\_c?hl=es&langpair=en%7Ces&u=http://www.slu.edu/classes/maymk/banchoff/Grapher3D.html](http://64.233.179.104/translate_c?hl=es&langpair=en%7Ces&u=http://www.slu.edu/classes/maymk/banchoff/Grapher3D.html)

<http://www.math.gatech.edu/~carlen/applets/archived/ClassFiles/CartesianIntegration.html>  
<http://www.univie.ac.at/future.media/moe/galerie/zeich/zeich.html#polar>  
<http://usd-maplenet.usd.edu/maplenet/FloresJSP/points3d.jsp>  
<http://www.univie.ac.at/future.media/moe/galerie/geom1/geom1.html#rk>  
<http://math.etsu.edu/MultiCalc/Chap3/Chap3-6/part3.htm>  
<http://www.math.uri.edu/~bkaskosz/flashmo/sphcoords/>

## 2. Vectores en el espacio y sus operaciones.

[http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/2003781/docs\\_curso/contenido.html](http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/2003781/docs_curso/contenido.html)  
<http://www.walter-fendt.de/m14e/vector3d.htm>  
<http://www.vis.uni-stuttgart.de/~kraus/LiveGraphics3D/cagd/index.html>  
<http://www.ies.co.jp/math/products/vector/menu.html>  
<http://www.unizar.es/lfnae/luzon/CDR3/math/ms/ms.htm>  
<http://www.phy.syr.edu/courses/java-suite/crosspro.html>  
<http://www-math.mit.edu/18.013A/HTML/tools/tools09.html>  
<http://www-math.mit.edu/18.013A/HTML/tools/tools10.html>  
<http://www-math.mit.edu/18.013A/HTML/chapter04/section01.html>  
<http://www-math.mit.edu/18.013A/HTML/chapter03/section04.html>  
<http://www-math.mit.edu/18.013A/HTML/tools/tools12.html>  
<http://www.slu.edu/classes/maymk/banchoff/AddingVectors3D.html>  
[http://www.unizar.es/lfnae/luzon/CDR3/math/ms/line3d\\_s.htm](http://www.unizar.es/lfnae/luzon/CDR3/math/ms/line3d_s.htm)  
<http://math.la.asu.edu/~kawski/myjava/vfanalyzer/>  
[http://www.ies.co.jp/math/java/vector/vryo\\_const\\_a/vryo\\_const\\_a.html](http://www.ies.co.jp/math/java/vector/vryo_const_a/vryo_const_a.html)  
<http://www.usd.edu/~jflores/AnimationsC.htm>  
<http://www.cidse.itcr.ac.cr/cursos-linea/Algebra-Lineal/algebra-vectorial-geova-walter/node1.html>  
<http://www.cidse.itcr.ac.cr/cursos-linea/Algebra-Lineal/algebra-vectorial-geova-walter/software/flehas3D.html>  
<http://www.cidse.itcr.ac.cr/cursos-linea/Algebra-Lineal/algebra-vectorial-geova-walter/software/puntos3D.html>  
<http://www.jimworthey.com/vectorial.pdf>

## 3. Productos escalar, vectorial y triples.

<http://chair.pa.msu.edu/applets/vector/a.htm>  
<http://surendranath.tripod.com/Applets/Math/VectorProduct/VectorProductApplet.html>  
<http://www.pa.uky.edu/~phy211/VecArith/>

<http://www.ies.co.jp/math/products/vector/menu.html>  
[http://wims.unice.fr/wims/en\\_tool~linear~vector.en.html](http://wims.unice.fr/wims/en_tool~linear~vector.en.html)  
<http://www.slu.edu/classes/maymk/SketchpadApplets/AddVectorsWS.html>  
<http://mathdemos.gcsu.edu/mathdemos/matvec/matvec.html>  
<http://www.sci.wsu.edu/math/faculty/genz/220v/lessons/tutorials.html>  
<http://www.univie.ac.at/future.media/moe/galerie/zeich/zeich.html#polar>  
<http://usd-maplenet.usd.edu/maplenet/FloresJSP/vectorproject.jsp>  
<http://math.la.asu.edu/~kawski/myjava/vfalyzer/>  
<http://math.la.asu.edu/~kawski/vfa2/>  
[http://www.vias.org/simulations/simusoft\\_vectorfields.html](http://www.vias.org/simulations/simusoft_vectorfields.html)  
<http://hlm.hkcampus.net/~hlm-ctw/java.htm>

#### 4. Rectas y planos en el espacio

<http://www-math.mit.edu/18.013A/HTML/index.html>  
<http://www-math.mit.edu/18.013A/HTML/chapter03/section03.html>  
<http://www.slu.edu/classes/maymk/banchoff/LocalLinearity3d.html>  
<http://www.univie.ac.at/future.media/moe/galerie/geom2/geom2.html>  
<http://www.slu.edu/classes/maymk/banchoff/DirectionalSlice.html>  
<http://www.cidse.itcr.ac.cr/cursos-linea/Algebra-Lineal/algebra-vectorial-geova-walter/node5.html>  
<http://www.ies.co.jp/math/java/vector/vheimen/vheimen.html>

#### 5. Curvas, movimiento en el espacio y ecuaciones paramétricas

<http://www.sscnet.ucla.edu/ssc/labs/cameron/java/SurfacePlotter/>  
<http://www.frontiernet.net/~imaging/java3dviewer.html>  
[http://math.hws.edu/javamath/config\\_applets/Parametric.html](http://math.hws.edu/javamath/config_applets/Parametric.html)  
<http://www.slu.edu/classes/maymk/banchoff/ParameterizedSurface.html>  
<http://www.math.umn.edu/~rogness/multivar/parametrizedtorus.html>  
<http://www.math.gatech.edu/~carlen/2507/notes/classFiles/partTwo/LineInt.html>  
<http://tutorial.math.lamar.edu/AllBrowsers/2415/ParametricSurfaces.asp>  
<http://www.eng.buffalo.edu/~junankar/LiveGraphics3D.html>  
<http://www.slu.edu/classes/maymk/banchoff/ParameterizedCurve.html>  
<http://www.math.uri.edu/%7Ebkaskosz/flashmo/parcur/>  
<http://www.math.uri.edu/~bkaskosz/flashmo/parsur/>  
<http://www.scottsarra.org/applets/calculus/Parametric.html>  
<http://www.math.uri.edu/~bkaskosz/flashmo/cylin/>  
<http://www.math.uri.edu/~bkaskosz/flashmo/sphplot/>  
<http://www.math.uri.edu/~bkaskosz/flashmo/param2d/>  
<http://www.pen.k12.va.us/Div/Winchester/jhhs/math/lessons/calc2004/param.html>

<http://scidiv.bcc.ctc.edu/DH/math126/CC9.3.pdf>  
<http://www.keypress.com/documents/GSPModuleSampleActivities/ExploringPrecalculus/Parametric.zip>  
<http://www.math.uri.edu/~bkaskosz/flashmo/firstfin.html>

6. Funciones vectoriales, límites y continuidad.

<http://www.math.umn.edu/~rogness/mathlets/xSin1overX/>  
<http://www.ies.co.jp/math/java/calc/LimSinX/LimSinX.html>  
<http://math.dartmouth.edu/~klbooksite/2.03/203.html>  
<http://math.dartmouth.edu/~klbooksite/appfolder/203unit/Limits.html>  
[http://www.ies.co.jp/math/java/calc/lim\\_e/lim\\_e.html](http://www.ies.co.jp/math/java/calc/lim_e/lim_e.html)  
[http://www.ies.co.jp/math/java/calc/lim\\_log/lim\\_log.html](http://www.ies.co.jp/math/java/calc/lim_log/lim_log.html)  
<http://www.math.dartmouth.edu/~calcsite/video1.html#203>  
<http://archives.math.utk.edu/visual.calculus/1/limits.16/tut1-flash.html>  
<http://archives.math.utk.edu/visual.calculus/>  
<http://archives.math.utk.edu/software/msdos/calculus/jkgraph/.html>  
<http://archives.math.utk.edu/visual.calculus/1/limits.18/>  
<http://archives.math.utk.edu/visual.calculus/1/limits.7/3.html>  
<http://www.falstad.com/vector2de/>  
<http://www.math.gatech.edu/~carlen/applets/archived/ClassFiles/Continuity.html>  
<http://www.slu.edu/classes/maymk/banchoff/CrossSection.html>  
<http://www.slu.edu/classes/maymk/banchoff/Differentiability.html>  
<http://www.slu.edu/classes/maymk/banchoff/Continuity.html>

7. Derivadas e integrales de funciones vectoriales.

<http://www.usd.edu/~jflores/AnimationsC.htm>

8. Velocidad y aceleración en el espacio

<http://usd-maplenet.usd.edu/maplenet/FloresJSP/spacecurve4pva.jsp>  
<http://www.math.gatech.edu/~carlen/2507/notes/classFiles/partOne/RelVel.html>

9. Geometría Diferencial (longitud de arco, vectores tangente, normal e informal, curvatura y torsión).

<http://i33www.ira.uka.de/applets/mocca/html/noplugin/curves.html>

<http://arxiv.org/list/math.dg/0005>  
<http://www.plu.edu/~heathdj/java/calc3/TanPlane.html>  
<http://science.kennesaw.edu/~plaval/tools/trig.html>  
<http://www.xtec.es/recursos/mates/aqui/3d/GeometriaLineal3Dang.html>  
<http://www.mpi-inf.mpg.de/~shin/Research/CCurve/CCurve.html>  
<http://www.digitalhermit.com/math/calc/>  
<http://www.math.gatech.edu/~carlen/applets/archived/ClassFiles/TangentLine.html>

#### 10. Funciones de varias variables

<http://science.kennesaw.edu/~plaval/tools/linear.html>  
<http://www.mathonmonday.com/Applets/xFunctions/index.html>  
<http://www.geocities.com/function.grapher/two-2-variable>

#### 11. Límites y continuidad

<http://pirate.shu.edu/~wachsmut/ira/cont/answers/javaCont1.html>  
<http://www.math.gatech.edu/~carlen/applets/archived/ClassFiles/Continuity.html>  
<http://mathforum.org/mathtools/cell/c.15.4.ALL.ALL/>  
<http://science.kennesaw.edu/~plaval/math1190/intro.pdf>  
<http://www.ies.co.jp/math/products/calc/menu.html>  
<http://www.slu.edu/classes/maymk/banchoff/Continuity.html>  
<http://www.slu.edu/classes/maymk/banchoff/Differentiability1Var.html>

#### 12. Derivadas parciales y derivadas direccionales

<http://www.ies.co.jp/math/products/calc/menu.html>

#### 13. Gradiente y plano tangente

<http://www.slu.edu/classes/maymk/banchoff/TangentPlane.html>  
<http://math.etsu.edu/MultiCalc/Chap2/Chap2-5/tools.htm>  
<http://www.accesscom.com/~lillge/pgc/>

#### 14. Valores extremos: criterio de las segundas parciales y multiplicadores de LaGrange

<http://www-math.mit.edu/18.013A/HTML/tools/tools08.html>  
<http://www.math.gatech.edu/~carlen/applets/archived/ClassFiles/LagrangeLab.html>  
[http://www.math.umn.edu/~rogness/multivar/lagrange/lagrange\\_demos.shtml](http://www.math.umn.edu/~rogness/multivar/lagrange/lagrange_demos.shtml)  
<http://www.cut-the-knot.org/Curriculum/Calculus/LagrangeInterpolation.shtml>  
<http://www.math.gatech.edu/~carlen/2507/notes/classFiles/partOne/LagrangeLab.html>

<http://valle.fciencias.unam.mx/intermat/ArticuloLag/articuloPDFb.pdf>  
<http://www.math.gatech.edu/~carlen/applets/archived/ClassFiles/LagrangeLab.html>  
<http://www.usd.edu/~jflores/AnimationsC.htm>  
<http://valle.fciencias.unam.mx/intermat/ArticuloLag/articuloPDFb.pdf>

#### 15. Integrales dobles

<http://www.slu.edu/classes/maymk/banchoff/FluxIntegral.html>  
<http://archives.math.utk.edu/visual.calculus/4/definite.1/>  
<http://www.plu.edu/~heathdj/java/calc2/Integral.html>  
<http://www.math.umn.edu/~rogness/multivar/doubleintest.html>  
<http://www.math.umn.edu/~nykamp/m2374/readings/changevartint/>  
<http://www.falstad.com/vector2de/>  
<http://math.furman.edu/~dcs/java/NumericalIntegration.html>  
<http://www.math.ups.edu/~martinj/calcphys/3dgallery.html>  
<http://homepage.cem.itesm.mx/lgomez/live3d.htm>

#### 16. Integrales dobles en coordenadas polares.

<http://www.analyzemath.com/polarcoordinates/polarcoordinates.html>  
<http://www.univie.ac.at/future.media/moe/galerie/zeich/zeich.html#koord>  
[http://www.ies.co.jp/math/java/calc/sg\\_kyok/sg\\_kyok.html](http://www.ies.co.jp/math/java/calc/sg_kyok/sg_kyok.html)  
<http://www.math.ucla.edu/~ronmiech/crew/eugene/java/PolarPlotter/PolarPlotter.html>  
<http://www.slu.edu/classes/maymk/banchoff/PolarFunction.html>

#### 17. Integrales triples

<http://www.math.umn.edu/~nykamp/m2374/readings/changevartint/>  
<http://usd-maplenet.usd.edu/maplenet/FloresJSP/tripintwithfunc.jsp>  
<http://math.etsu.edu/MultiCalc/Chap5/Chap5-6/part4.htm>  
<http://math.etsu.edu/MultiCalc/Chap4/Chap4-6/part2.htm>  
<http://www.math.ups.edu/~martinj/courses/spring2005/m221ph122/mathnotes.html>  
<http://integrals.wolfram.com/index.jsp>

#### 18. Integrales triples en coordenadas cilíndricas y esféricas

<http://www.slu.edu/classes/maymk/banchoff/LineIntegral.html>  
<http://www.ies.co.jp/math/products/calc/menu.html>

## 19. Campos vectoriales.

[http://www.frontiernet.net/~imaging/vector\\_calculator.html](http://www.frontiernet.net/~imaging/vector_calculator.html)  
<http://surendranath.org/Applets/Math/VectorAddition/VectorAdditionApplet.html>  
<http://www.math.psu.edu/cao/DFD/Dir.html>  
<http://math.la.asu.edu/~kawski/myjava/vfanalyzer/>  
<http://www.mathresource.iitb.ac.in/applet/VectorField/index.html>  
<http://techmath.uibk.ac.at/numbau/alex/dynamics/ode2d/index.html>  
<http://www.slu.edu/classes/maymk/banchoff/VectorField.html>  
<http://www-math.mit.edu/18.02/applets/SurfacesVectorFields.html>

## 20. Divergencia, Rotacional y Laplaciano

<http://www.slu.edu/classes/maymk/banchoff/Div2dVis.html>  
<http://www.math.montana.edu/frankw/ccp/multiworld/divcurl/prologue/applet.htm>  
<http://math.etsu.edu/MultiCalc/Chap5/Chap5-6/part2.htm>  
<http://math.etsu.edu/Multicalc/Chap5/Chap5-6/index.htm>

## 21. Campos conservativos y funciones potenciales.

<http://groups.physics.umn.edu/demo/applets/gm1d/directions.html>  
<http://www.benfold.com/sse/shoot.html>

## 22. Integrales de línea

<http://www.bpreid.com/applets/reversible.html>  
<http://math.etsu.edu/MultiCalc/Chap5/Chap5-2/part2.htm>  
<http://www.math.duke.edu/education/ccp/materials/mvcalc/vfield/vfield3.html>  
[http://math.hws.edu/javamath/config\\_applets/IntegralCurves.html](http://math.hws.edu/javamath/config_applets/IntegralCurves.html)

## 23. Teorema de Green

<http://math.etsu.edu/MultiCalc/Chap5/Chap5-4/index.htm>  
<http://www.math.duke.edu/education/ccp/materials/mvcalc/green/index.html>

## 24. Integrales de superficie, superficies orientadas. (ELIPSOIDE, PARABOLICA, HIPERBOLOIDE DE UNA HOJA, HIPERBOLOIDE DE DOS HOJAS) funciones cuadráticas.

<http://www.analyzemath.com/GraphsHyperbolicFunctions/GraphsHyperbolicFunctions.html>  
<http://www.vis.uni-stuttgart.de/~kraus/LiveGraphics3D/cagd/index.html>

<http://www.ies.co.jp/math/java/misc/quadone/quadone.html>  
<http://www.math.umn.edu/~rogness/quadrics/>  
<http://www.ies.co.jp/math/java/misc/quadtwo/quadtwo.html>  
<http://www.ies.co.jp/math/java/misc/quadthree/quadthree.html>  
<http://www.ies.co.jp/math/java/misc/Nijimaxa/Nijimaxa.html>  
<http://www.ies.co.jp/math/java/misc/quadcong/quadcong.html>  
<http://www.frontiernet.net/~imaging/raytracing.html>  
<http://www.slu.edu/classes/maymk/banchoff/LevelCurve.html>  
<http://www.math.umn.edu/~rogness/quadrics/>  
<http://www.analyzemath.com/quadratics/quadratics.htm>  
<http://usd-maplenet.usd.edu/maplenet/FloresJSP/Hyperbola.jsp>  
<http://webphysics.davidson.edu/applets/mathapps/default.html>  
<http://tutorial.math.lamar.edu/AllBrowsers/2415/QuadricSurfaces.asp#Cone>  
<http://hlm.hkcampus.net/~hlm-ctw/java.htm>  
<http://www.singsurf.org/singsurf/SingSurf.html>  
[http://rsp.math.brandeis.edu/3D-XplorMath/Surface/gallery\\_m.html](http://rsp.math.brandeis.edu/3D-XplorMath/Surface/gallery_m.html)  
<http://math.etsu.edu/MultiCalc/Chap5/Chap5-5/index.htm>  
<http://www-math.mit.edu/18.013A/HTML/chapter20/section07.html>  
<http://www.math.uri.edu/~bkaskosz/flashmo/graph3d/>  
<http://www.analyzemath.com/quadraticg/quadraticg.htm>  
<http://www.virtualmathmuseum.org/>  
<http://tutorial.math.lamar.edu/AllBrowsers/2415/QuadricSurfaces.asp#Cone>  
<http://i33www.ira.uka.de/applets/mocca/html/noplugin/surf.html>  
<http://science.kennesaw.edu/~plaval/tools/quad.html>

Otras direcciones de apoyo

<a href="http://www.frontiernet.net/~imaging/calculator.html">http://www.frontiernet.net/~imaging/calculator.html</a>	calculadora de funciones
<a href="http://www.frontiernet.net/~imaging/java3dviewer.html">http://www.frontiernet.net/~imaging/java3dviewer.html</a>	figuras en 3d
<a href="http://www.frontiernet.net/~imaging/graph_my_equation.html">http://www.frontiernet.net/~imaging/graph_my_equation.html</a>	Graficador de funciones matemáticas
<a href="http://www.frontiernet.net/~imaging/draw.html">http://www.frontiernet.net/~imaging/draw.html</a>	Graficador de funciones matemáticas
<a href="http://hlm.hkcampus.net/~hlm-ctw/java.htm">http://hlm.hkcampus.net/~hlm-ctw/java.htm</a>	Applet de varios temas matemáticos

<a href="http://www.apple.com/downloads/macosx/math_science/">http://www.apple.com/downloads/macosx/math_science/</a>	software matemáticos
<a href="http://mathforum.org/mathtools/">http://mathforum.org/mathtools/</a>	Buscador de applet con temas variados de matemáticas
<a href="http://www.pacifict.com/Products.html#TwoDimensions">http://www.pacifict.com/Products.html#TwoDimensions</a>	Graficador de funciones matemáticas
<a href="http://www.pacifict.com/FreeStuff.html">http://www.pacifict.com/FreeStuff.html</a>	Graficador de funciones matemáticas
<a href="http://fooplot.com/">http://fooplot.com/</a>	Graficador de funciones matemáticas
<a href="http://euler.slu.edu/courseware/Calculus/Calculus3-M10/AppletsAndMapleForCalculus3.html#Graphing_functions_of_several_variables">http://euler.slu.edu/courseware/Calculus/Calculus3-M10/AppletsAndMapleForCalculus3.html#Graphing_functions_of_several_variables</a>	Applet variados para matemáticas
<a href="http://www.slu.edu/classes/maymk/MathApplets-SLU.html">http://www.slu.edu/classes/maymk/MathApplets-SLU.html</a>	Applet variados de cálculo de varias variables
<a href="http://thesaurus.maths.org/mmkb/view.html">http://thesaurus.maths.org/mmkb/view.html</a>	conexiones matemáticas
<a href="http://www.plu.edu/~heathdj/java/">http://www.plu.edu/~heathdj/java/</a>	Applet de matemáticas variados
<a href="http://cs.jsu.edu/mcis/faculty/leathrum/Mathlets/topframe.html">http://cs.jsu.edu/mcis/faculty/leathrum/Mathlets/topframe.html</a>	Applet variados de cálculo de varias variables
<a href="http://www.math.gatech.edu/~bourbaki/JavaProjects.html">http://www.math.gatech.edu/~bourbaki/JavaProjects.html</a>	Temario de cálculo 1 2 3
<a href="http://mathforum.org/library/topics/svcalc/">http://mathforum.org/library/topics/svcalc/</a>	Contenido de cálculo de variables
<a href="http://multygraphix.gracebyte.com/index.htm">http://multygraphix.gracebyte.com/index.htm</a>	Software graficador
<a href="http://www.ttc-cmc.net/~danap/Projects/NA_WorkSheet/NA_WorkSheet.html">http://www.ttc-cmc.net/~danap/Projects/NA_WorkSheet/NA_WorkSheet.html</a>	Applet para evaluar temas de cálculo de varias variables

<a href="http://www.webgraphing.com/?goog=3D&amp;gclid=CObqy9Of8loCFQTwYAoddT-UnA">http://www.webgraphing.com/?goog=3D&amp;gclid=CObqy9Of8loCFQTwYAoddT-UnA</a>	Graficador de funciones matemáticas
<a href="http://www.math.umn.edu/~rogness/multivar/">http://www.math.umn.edu/~rogness/multivar/</a>	Análisis vectorial desde temas de cálculo de varias variable con su applet
<a href="http://www.hostsrv.com/webmab/app1/MSP/quickmath/02/pageGenerate?site=quickmath&amp;s1=graphs&amp;s2=equations&amp;s3=advanced">http://www.hostsrv.com/webmab/app1/MSP/quickmath/02/pageGenerate?site=quickmath&amp;s1=graphs&amp;s2=equations&amp;s3=advanced</a>	Graficador de funciones matemáticas
<a href="http://www.math.gatech.edu/~carlen/2507/notes/">http://www.math.gatech.edu/~carlen/2507/notes/</a>	Applet varios de cálculo de varias variables
<a href="http://www.ies.co.jp/math/products/calc/menu.html">http://www.ies.co.jp/math/products/calc/menu.html</a>	Applet varios de cálculo de
<a href="http://chair.pa.msu.edu/applets/applets.htm">http://chair.pa.msu.edu/applets/applets.htm</a>	Laboratorio de applet
<a href="http://www.ucalgary.ca/~alphy/MAP/workinprog/CalgaryApplets.html">http://www.ucalgary.ca/~alphy/MAP/workinprog/CalgaryApplets.html</a>	Galería de applet matemáticos
<a href="http://www.cs.brown.edu/exploratories/freeSoftware/catalogs/repositoryApplets.html">http://www.cs.brown.edu/exploratories/freeSoftware/catalogs/repositoryApplets.html</a>	Repositorio de datos applet
<a href="http://descartes.cnice.mecd.es/">http://descartes.cnice.mecd.es/</a>	Proyecto descartes
<a href="http://w3.cnice.mec.es/Descartes/index.html">http://w3.cnice.mec.es/Descartes/index.html</a>	Proyecto descartes
<a href="http://descartes.cnice.mecd.es/Descartes_en_el_aula/entrada_al_curso.htm">http://descartes.cnice.mecd.es/Descartes_en_el_aula/entrada_al_curso.htm</a>	Proyecto descartes
<a href="http://descartes.cnice.mecd.es/Documentacion_3/index.html">http://descartes.cnice.mecd.es/Documentacion_3/index.html</a>	Documentación técnica del proyecto Descartes interfaz pública de programación
<a href="http://www.falstad.com/mathphysics.html">http://www.falstad.com/mathphysics.html</a>	Applet de temas matemáticos y físicos
<a href="http://www.univie.ac.at/future.media/moe/galerie.html">http://www.univie.ac.at/future.media/moe/galerie.html</a>	Galería de applet varios de cálculo de varias variables
<a href="http://www.slu.edu/classes/maymk/banchoff/index.html">http://www.slu.edu/classes/maymk/banchoff/index.html</a>	Banco de applet matemáticos

<a href="http://www.arachnoid.com/dark_energy/space_applet_listing.html">http://www.arachnoid.com/dark_energy/space_applet_listing.html</a>	Código fuente de un applet
<a href="http://theory.uwinnipeg.ca/lts/java_math.html">http://theory.uwinnipeg.ca/lts/java_math.html</a>	Banco de applet matemáticos
<a href="http://www.ies.co.jp/math/java/">http://www.ies.co.jp/math/java/</a>	Colección de applet de temas variados de matemáticas
<a href="http://www.uaq.mx/matematicas/c2/">http://www.uaq.mx/matematicas/c2/</a>	Curso de cálculo de varias variables
<a href="http://www.analyzemath.com/">http://www.analyzemath.com/</a>	Applet variados de matemáticas
<a href="http://hlm.hkcampus.net/~hlm-ctw/java.htm">http://hlm.hkcampus.net/~hlm-ctw/java.htm</a>	Miscelánea de applet de java para matemáticas
<a href="http://usd.edu/~jflores/">http://usd.edu/~jflores/</a>	Curso de matemáticas con applet mapletnet
<a href="http://usd-mapletnet.usd.edu/mapletnet/FloresJSP/IndexDemo.htm">http://usd-mapletnet.usd.edu/mapletnet/FloresJSP/IndexDemo.htm</a>	Colección de applet de java de cálculo de varias variables
<a href="http://cs.jsu.edu/mcis/faculty/leathrum/Mathlets/">http://cs.jsu.edu/mcis/faculty/leathrum/Mathlets/</a>	Banco de applet de temas variados
<a href="http://edumat.scm.org.co/recursos.htm">http://edumat.scm.org.co/recursos.htm</a>	Graficador de funciones matemáticas
<a href="http://www.vis.uni-stuttgart.de/~kraus/LiveGraphics3D/cagd/index.html">http://www.vis.uni-stuttgart.de/~kraus/LiveGraphics3D/cagd/index.html</a>	figuras para transformar de temas de cálculo de varias variables
<a href="http://www.xtec.es/~mgarc127/">http://www.xtec.es/~mgarc127/</a>	Applet de gráficos matemáticos
<a href="http://hlm.hkcampus.net/~hlm-ctw/java.htm">http://hlm.hkcampus.net/~hlm-ctw/java.htm</a>	Miscelánea de applet
<a href="http://rsp.math.brandeis.edu/3D-XplorMath/Surface/gallery.html">http://rsp.math.brandeis.edu/3D-XplorMath/Surface/gallery.html</a>	Superficies matemáticas
<a href="http://rsp.math.brandeis.edu/3D-XplorMath/">http://rsp.math.brandeis.edu/3D-XplorMath/</a>	Figuras en 3D dimensión de superficies matemáticas

<a href="http://math.etsu.edu/MultiCalc/">http://math.etsu.edu/MultiCalc/</a>	Temas variados de cálculo
<a href="http://www.slu.edu/classes/maymk/AppletsSLUBelowCalc.html">http://www.slu.edu/classes/maymk/AppletsSLUBelowCalc.html</a>	applet variados
<a href="http://ptolemy.eecs.berkeley.edu/java/ptplot/">http://ptolemy.eecs.berkeley.edu/java/ptplot/</a>	Graficador de funciones matemáticas
<a href="http://science.kennesaw.edu/~plaval/tools/integration.html">http://science.kennesaw.edu/~plaval/tools/integration.html</a>	Graficador de funciones matemáticas
<a href="http://science.kennesaw.edu/~plaval/tools/misc.html">http://science.kennesaw.edu/~plaval/tools/misc.html</a>	Graficador de funciones matemáticas
<a href="http://www.math.harvard.edu/computing/java/links.html">http://www.math.harvard.edu/computing/java/links.html</a>	Ejemplo de ejercicios interactivos de Cálculo de Varias Variables
<a href="http://archives.math.utk.edu/cgi-bin/interactive.html">http://archives.math.utk.edu/cgi-bin/interactive.html</a>	Applet variados de matemáticas
<a href="http://homepage.cem.itesm.mx/lgozmez/curso_lg3d.htm">http://homepage.cem.itesm.mx/lgozmez/curso_lg3d.htm</a>	Como hacer graficas en 2d y 3d para temas matemáticos
<a href="http://www.vis.uni-stuttgart.de/~kraus/LiveGraphics3D/links.html">http://www.vis.uni-stuttgart.de/~kraus/LiveGraphics3D/links.html</a>	Applet de figuras matemáticas
<a href="http://phong.informatik.uni-leipzig.de/~kuska/mview3d.html/">http://phong.informatik.uni-leipzig.de/~kuska/mview3d.html/</a>	Graficador de funciones matemáticas
<a href="http://www.pa.uky.edu/~phy211/graph_applets/plot_graph.html">http://www.pa.uky.edu/~phy211/graph_applets/plot_graph.html</a>	Graficador de funciones matemáticas
<a href="http://archives.math.utk.edu/software/.msdos.directory.html">http://archives.math.utk.edu/software/.msdos.directory.html</a>	Software gratuitos de matemáticas
<a href="http://cnyack.homestead.com/files/idxpages.htm">http://cnyack.homestead.com/files/idxpages.htm</a>	Todo las combinaciones de Fourier
<a href="http://www.wiley.com/college/mat/anton243310/antonlinks.html#chap02">http://www.wiley.com/college/mat/anton243310/antonlinks.html#chap02</a>	Temario de cálculo con un applet para cada eje temático
<a href="http://sunsite.ubc.ca/LivingMathematics/V001/N01/UBCExamples/Plot/calc.html">http://sunsite.ubc.ca/LivingMathematics/V001/N01/UBCExamples/Plot/calc.html</a>	Graficador de funciones matemáticas

<a href="http://dmoz.org/Science/Math/Geometry/">http://dmoz.org/Science/Math/Geometry/</a>	Teoría matemática
<a href="http://www.kabai.hu/gall.html">http://www.kabai.hu/gall.html</a>	Figuras matemáticas en 3D
<a href="http://www.javaview.de/demo/surface/common/PaSurface.html">http://www.javaview.de/demo/surface/common/PaSurface.html</a>	Superficies matemáticas
<a href="http://www.math.dartmouth.edu/~klbooksite/all_applets.htm">http://www.math.dartmouth.edu/~klbooksite/all_applets.htm</a>	Listado de applet matemáticos
<a href="http://www.math.uri.edu/~bkaskosz/flashmo/">http://www.math.uri.edu/~bkaskosz/flashmo/</a>	Listado de applet matemáticos
<a href="http://www.math.uri.edu/~bkaskosz/flashmo/derplot/">http://www.math.uri.edu/~bkaskosz/flashmo/derplot/</a>	Graficador de funciones matemáticas
<a href="http://www.dessci.com/en/products/mathplayer/download.htm">http://www.dessci.com/en/products/mathplayer/download.htm</a>	Math player
<a href="http://math.hws.edu/xFunctions/">http://math.hws.edu/xFunctions/</a>	Graficador de funciones matemáticas
<a href="http://www.sunsite.ubc.ca/LivingMathematics/V001N01/UBCEexamples/Plot/calc.html">http://www.sunsite.ubc.ca/LivingMathematics/V001N01/UBCEexamples/Plot/calc.html</a>	Graficador de funciones matemáticas
<a href="http://www.sunsite.ubc.ca/LivingMathematics/V001N01/UBCEexamples/java.html">http://www.sunsite.ubc.ca/LivingMathematics/V001N01/UBCEexamples/java.html</a>	Applet Variados matemáticos y proyectos de Mat-learning
<a href="http://groups.msn.com/cgj4ulm362gqkj1h4g4qtuud87/apuntessobreclculodiferencialeintegral.msnw">http://groups.msn.com/cgj4ulm362gqkj1h4g4qtuud87/apuntessobreclculodiferencialeintegral.msnw</a>	Mundo matemático
<a href="http://demonstrations.wolfram.com/">http://demonstrations.wolfram.com/</a>	Demostraciones de matemáticas
<a href="http://integrals.wolfram.com/index.jsp">http://integrals.wolfram.com/index.jsp</a>	Ejercicios de integrales
<a href="http://www.wolfram.com/products/student/mathforstudents/resources.html">http://www.wolfram.com/products/student/mathforstudents/resources.html</a>	Aplicación donwload para superficies matemáticas
<a href="http://www.cidse.itcr.ac.cr/cursos-linea/SUPERIOR/t2-Funciones-de-variasvariables/2-graficos-funciones/index.html">http://www.cidse.itcr.ac.cr/cursos-linea/SUPERIOR/t2-Funciones-de-variasvariables/2-graficos-funciones/index.html</a>	Ejemplos de cálculo de varias variables

<a href="http://www.cidse.itcr.ac.cr/cursos-linea/SUPERIOR/t2-Funciones-de-variasvariables/FuncionesVariasVariables.html">http://www.cidse.itcr.ac.cr/cursos-linea/SUPERIOR/t2-Funciones-de-variasvariables/FuncionesVariasVariables.html</a>	Temas de varias variables
<a href="http://www.cidse.itcr.ac.cr/cursos-linea/SUPERIOR/t2-Funciones-de-variasvariables/3-algebra-vectorial/index.html">http://www.cidse.itcr.ac.cr/cursos-linea/SUPERIOR/t2-Funciones-de-variasvariables/3-algebra-vectorial/index.html</a>	Temas muy ilustrados de cálculo de varias variables
<a href="http://www.yworks.com/en/products_yed_about.htm?gclid=CKOMwP3si40CFRROQwod1WXxoQ">http://www.yworks.com/en/products_yed_about.htm?gclid=CKOMwP3si40CFRROQwod1WXxoQ</a>	Programa para descargar para la creación de mapas conceptuales y de con gráficos
<a href="http://www.simcalc.umassd.edu/">http://www.simcalc.umassd.edu/</a>	Software, una calculadora virtual
<a href="http://descartes.cnice.mecd.es/enlaces/enlaces.htm">http://descartes.cnice.mecd.es/enlaces/enlaces.htm</a>	Páginas de matemáticas interactivas
<a href="http://www.gamarod.com.ar/recursos/applets/default.asp">http://www.gamarod.com.ar/recursos/applets/default.asp</a>	Colección de applet gratuitos

## ANEXO 7. RESULTADO DE NOTA PROMEDIO DE GRUPO EXPERIMENTAL Y GRUPOS CONTROL

