

## **Enseñanza de la Derivación Parcial de funciones compuestas e implícitas mediante el uso de un curso en línea**

*Profa. María Rita Amelii*

*FaCES-UCV. Escuela de Economía.*

[rita.amelii@gmail.com](mailto:rita.amelii@gmail.com)

### **RESUMEN**

Para el estudiante de Economía de la UCV, desarrollar competencias matemáticas que le permitan interpretar los fenómenos económicos, es una prioridad. Para ello, el cálculo diferencial se inserta dentro de los contenidos programáticos de la carrera fin de abordar el estudio de situaciones reales a través de modelos abstractos y lógicos que le permiten cuantificar, describir, analizar y proyectar resultados.

La asignatura Matemática II, ubicada en el segundo semestre de la carrera de Economía, provee al estudiante de ese instrumental matemático que le permite interpretar fenómenos económicos, sin embargo el rendimiento académico en dicha materia es muy bajo, llamando la atención el hecho de que el Tema específico referido a Derivadas Parciales de Funciones Compuestas e Implícitas es el que presenta los peores resultados.

El objeto de esta investigación se centra una innovación curricular basada en el diseño de un curso en línea utilizando estrategias didácticas específicas que permitieran fomentar en los estudiantes de la asignatura Matemática II, la comprensión de los conceptos del cálculo diferencial.

Se trabajó bajo esa modalidad durante un semestre (I-2009) y se evaluaron los resultados de esta implementación de forma cualitativa y cuantitativa, mostrando una mejoría significativa tanto en el rendimiento en el tema específico de diferenciación parcial e implícita, así como en la forma en la cual los estudiantes se “acercaron” a los conceptos del cálculo diferencial a través de esta modalidad de formación.

**Palabras Claves:** estrategias didácticas, curso en línea, didáctica del cálculo diferencial.

## 1. INTRODUCCION

El problema de comprensión de los conceptos asociados al cálculo diferencial e integral no es algo nuevo, ni que ocurre solamente con los estudiantes de la Escuela de Economía (EE) de la Universidad Central de Venezuela (UCV). Podemos decir que es un problema generalizado, tal como refieren infinidad de autores que han investigado sobre la temática.

Debido a que este proceso de comprensión requiere por parte del estudiante niveles de razonamiento, aplicación y análisis más profundos, ésto demanda por parte del alumno mayor esfuerzo y dedicación.

Luego de realizar una exhaustiva revisión bibliográfica sobre cómo se aprenden los conceptos básicos de cálculo diferencial, se plantea la posibilidad de indagar específicamente en la población que requiere de estos conocimientos. Se elaboraron pruebas diagnósticas y encuestas que permitieron enmarcar el problema de estudio de esta investigación, la cual se centró en la implementación y posterior evaluación de estrategias didácticas basadas desarrollo de un curso en línea que propicien el aprendizaje de los conceptos y procedimientos que permiten derivar parcialmente funciones implícitas y compuestas.

Con la base de las experiencias previas sobre el uso e incorporación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la enseñanza de las matemáticas, y más específicamente en la enseñanza del cálculo, se decidió emplear un curso en línea durante el Semestre I 2009 (febrero 2009 – junio 2009 que permitiera desarrollar estrategias interactivas y que fomenten el aprendizaje de los temas asociados a la diferenciación de funciones compuestas e implícitas en varias variables.

Desde el punto de vista curricular, es importante señalar que esta modalidad de formación no es la usual para asignaturas de pregrado en la EE de la UCV, pero en vista de los excelentes resultados obtenidos en experiencias previas desarrolladas por la autora de esta investigación, se desarrolló esta actividad de formación haciendo uso de un curso en línea desarrollado específicamente para la asignatura en cuestión y desarrollando las estrategias didácticas para impartir el Tema de derivación parcial de funciones compuesta e implícitas.

Una vez concluida la unidad se realizó una evaluación cuantitativa de los resultados a fin de determinar si, desde el punto de vista de rendimiento, la modalidad había marcado alguna diferencia con relación a los resultados históricos de la materia.

## 2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 2.1. Descripción del Problema

Muchos estudiosos del desarrollo del pensamiento y de la didáctica han tratado de explicar la forma cómo el individuo adquiere el conocimiento matemático y cómo impartir dicho conocimiento.

Desde el punto de vista curricular, encontramos algunas soluciones planteadas en distintos países los cuales incorporado modificaciones a los currículos dirigidas principalmente hacia una introducción del Análisis Matemático más intuitiva y experimental (reforma del cálculo que se desarrolló en Estados Unidos, la cual tuvo influencia en los Estándares Curriculares de los años 90, y los británicos del SMP 16-19 Mathematics<sup>1</sup>). En Francia, Artigue (1997) ha hecho un estudio exhaustivo de la evolución de los programas de Análisis Matemático, en los cuales se reduce sustancialmente la formalización y se organiza la actividad matemática en torno a la resolución de problemas de optimización, aproximaciones de números y funciones, modelización de variaciones discretas y continuas.

En el caso de esta investigación, es importante señalar que introducir elementos de innovación curricular de las asignaturas destinadas a desarrollar los contenidos propios del análisis matemático a fin de procurar respuestas y soluciones a los problemas de rendimiento académico puede ser un buen inicio, aunque la revisión del plan de formación de la carrera de Economía es una tarea pendiente y que podría ser estudio de exploración en siguientes investigaciones.

Otros factores podrían analizarse para tratar de dar solución a las dificultades antes expuestas. Desde la óptica de la enseñanza del cálculo, el enfoque de la instrucción basado en el aprendizaje autónomo y permanente del sujeto, podría ser de suma utilidad, si apuntamos al elemento asociado a la forma en cómo el docente aborda los temas de cálculo y qué estrategias emplea para lograr el conocimiento. Esta metodología conocida como enfoque estratégico de la enseñanza que, tal como señalan Pozo y Monereo (1999), permite a los alumnos de matemática revisar el conocimiento previo existente y conectarlo con la nueva información a ser adquirida, aplicar técnicas de procesamiento mediante la transformación de la información inicial en una modalidad gráfica, poner en práctica una instrucción “andamiada”.

Sin duda que para darle solución a esta situación desde cualquiera de las perspectivas señaladas anteriormente, es necesario señalar la importancia del medio que se emplee

---

<sup>1</sup> School Mathematic Project (SMP). Cambridge University Series

para desarrollar estrategias didácticas adecuadas a fin de producir y potenciar el conocimiento. En este sentido las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) tienen una gama de herramientas que pueden favorecer el autoaprendizaje, el aprendizaje significativo, así como el acercamiento y la motivación al estudio del cálculo. Su uso adecuado podría ayudar a mejorar el aprendizaje y comprensión de los conceptos asociados al cálculo diferencial.

## **2.2. Planteamiento del problema**

Entendido que la comprensión de los conceptos fundamentales del análisis matemático es un problema generalizado, asociado a muchos factores que van desde la forma cómo se desarrolla en el individuo el pensamiento formal hasta la manera cómo enseñamos los contenidos asociados al cálculo diferencial e integral, y teniendo en consideración los aportes de las TIC como medios interactivos de formación, podemos preguntarnos ¿qué estrategias de didácticas basadas en el uso de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación, propician en el estudiante el aprendizaje de los conceptos asociados con la derivación parcial e implícita de funciones de varias variables?.

## **3. OBJETIVOS**

### **3.1. Objetivo general**

Evaluar cómo la implementación de las estrategias didácticas basadas en el desarrollo de un curso en línea en la plataforma Moodle, propician el aprendizaje de los conceptos y procedimientos que permiten derivar parcialmente funciones compuestas e implícitas, en los estudiantes de Matemática II de la Escuela de Economía de la Universidad Central de Venezuela.

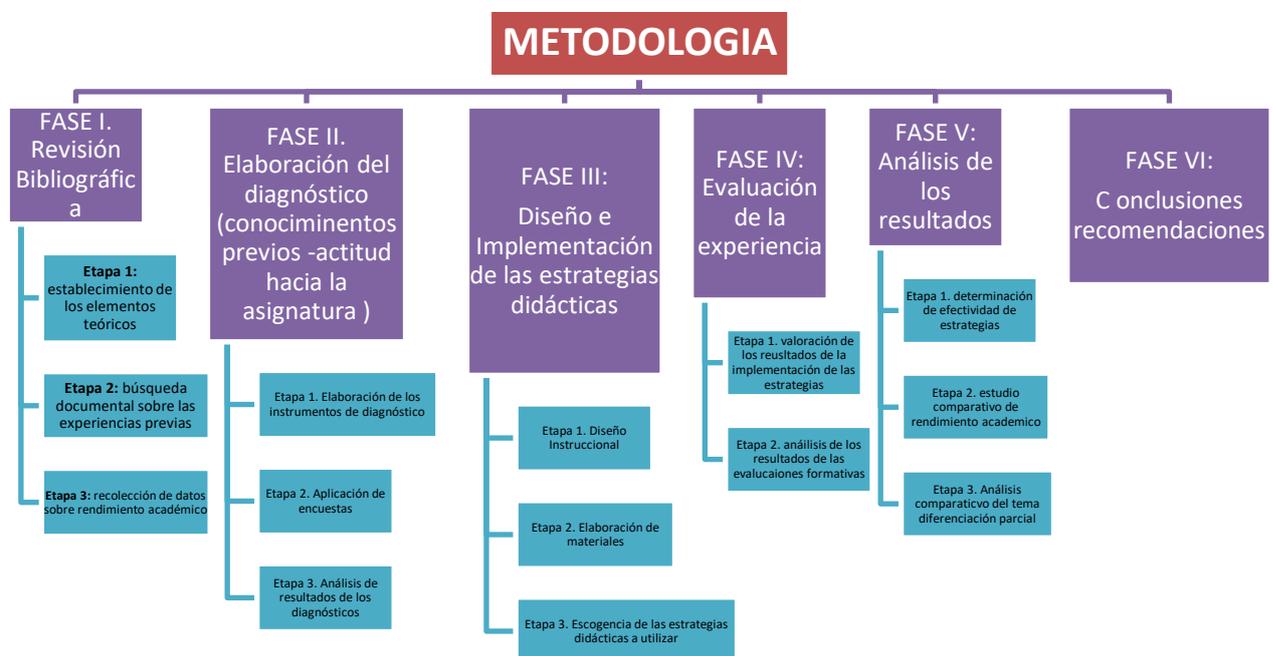
### **3.2. Objetivos Específicos**

- a) Evaluar las condiciones cognitivas iniciales necesarias para abordar el tema de derivadas parciales.
- b) Evaluar la aproximación de los estudiantes a la asignatura en términos de: afectividad, aplicabilidad, habilidad y ansiedad que permitan incluir estos elementos en el diseño de las estrategias didácticas.
- c) Realizar la selección de recursos tecnológicos que ofrece la plataforma Moodle, en base a las estrategias didácticas que serán implementadas.

- d) Aplicar las estrategias didácticas seleccionadas en el desarrollo del tema de derivada parcial de funciones compuestas e implícitas.
- e) Determinar si con el uso de las estrategias didácticas desarrolladas para el tema de derivación parcial de funciones compuestas e implícitas con uso de las TIC mejora el rendimiento de los estudiantes en el contenido en cuestión.

#### 4. DESARROLLO DE LA INVESTIGACION

Una vez establecidos los objetivos, y enmarcada la investigación en la línea descrita anteriormente, se procede a realizar el estudio particular que nos interesa. Para ello se desglosan las actividades realizadas en seis Fases.



#### 5. MARCO TEORICO

En este punto se desarrollaron las actividades descritas en la **Fase I**, referida a la revisión bibliográfica y documental del problema de investigación.

Se realizó un inventario de las investigaciones y trabajos de otros autores, los cuales sirvieron de antecedentes a este trabajo, así como una revisión del estado del arte de la investigación a fin de establecer los antecedentes del problema en cuestión.

Adicionalmente, se llevó a cabo una revisión de los fundamentos teóricos que dan sustento al estudio. Estos elementos son los que comprender mejor el objeto de estudio, la naturaleza de su comportamiento y el desarrollo en su contexto.

### 5.1. El caso de estudio. Matemática II. Escuela de Economía. UCV.

Revisando las características curriculares de las asignaturas donde se desarrolla el Cálculo Diferencial en la carrera de Economía, se presenta un plan de formación que contiene cuatro asignaturas del área de matemática, que proveen a los estudiantes de los fundamentos básicos del cálculo diferencial e integral, necesario para estudiar los fenómenos económicos empleando el análisis, modelado, resolución e interpretación de resultados.

Las dificultades asociadas a la enseñanza y el aprendizaje del cálculo diferencial se evidencian en los resultados obtenidos por los estudiantes en la asignatura Matemática II, donde el rendimiento académico es muy bajo y el nivel de repitencia es elevado.

Desde el punto de vista del rendimiento, y haciendo un recuento histórico (1991-2007) de los resultados obtenidos por los estudiantes, podemos señalar que el promedio de la asignatura es **6,83 puntos<sup>2</sup>** y que durante este período dicho promedio está por debajo del mínimo aprobatorio (10 puntos). Mientras que el porcentaje de aplazados es de **55,93 %<sup>3</sup>**, lo que refiere a que más de la mitad de los estudiantes que la cursan la deben repetir.

Haciendo otro análisis más puntual de la situación referida al tema de derivación parcial de funciones compuestas e implícitas, se revisaron los resultados de las evaluaciones parciales de la asignatura, a continuación se exponen los resultados obtenidos durante los últimos siete semestres (II 2005- II 2008) y muestran la calificación obtenida por los estudiantes de Matemática II de la EE en el segundo parcial, donde se evalúa el tópico señalado anteriormente.

**Tabla N° 1.** Resumen general sobre rendimiento SEGUNDO PARCIAL de Matemática II

| PROMEDIO Asignatura (2005-2008) | PROMEDIO Tema II (2005-2008) | %ALUMNOS APLAZADOS (2005-2008) | %ALUMNOS APLAZADOS TEMA II (2005-2008) |
|---------------------------------|------------------------------|--------------------------------|--|
| 6,79                            | 5,23                         | 48,43 %                        | 82,93 %                                |

Fuente: Control de Estudios de FACES. UCV. Registro de notas de los profesores de la asignatura Matemática II.EE-FACES-UCV (2005-2008)

<sup>2</sup> Fuente: Control de Estudios. FACES-UCV

<sup>3</sup> Fuente: Control de Estudios. FACES-UCV

## 5.2. Fundamentos Teóricos

En este punto, se llevó a cabo una revisión de los fundamentos teóricos que dan sustento al estudio. Este trabajo de revisión se enfocó en los siguientes aspectos:

- a) *El desarrollo del pensamiento matemático y el abordaje de los contenidos del cálculo diferencial desde la perspectiva de las teorías de la enseñanza y del aprendizaje.*

En esta parte de la revisión bibliográfica se examinaron algunos aspectos relacionados con el desarrollo del pensamiento matemático y en particular en lo relativo al cálculo diferencial, a fin de comprender lo que ocurre con los procesos de enseñanza y aprendizaje de esta área del conocimiento.

- b) *La derivación parcial de funciones compuestas e implícitas como objeto de estudio.*

El desarrollo del tema derivación parcial de funciones compuestas e implícitas, está incluido en el programa de la Asignatura Matemática II de la EE de la UCV. En esta sección, se revisaron los elementos matemáticos asociados al desarrollo de dicho tema, el cual será objeto de investigación en este trabajo.

- c) *Las Tecnologías de la Información y la Comunicación y su apoyo en los procesos de enseñanza.*

Las nuevas maneras de presentar y acceder al conocimiento complementan con las formas tradicionales de la explicación oral, la pizarra y los apuntes. No es necesario expresar las bondades de las simulaciones de procesos, la representación gráfica, la integración de texto, imagen y sonido o de la navegación hipertextual, elementos que procuran acercar los conceptos y definiciones matemáticas a un lenguaje visual más familiar y sencillo. Todo esto supone cambios en los procesos de diseño instruccional que obligan a incluir las cualidades del medio entre los elementos que lo conforman.

- d) *Diseño Instruccional de cursos en línea. Uso en la enseñanza del cálculo.*

El modelo de DI empleado para el desarrollo del Sitio Web de la Asignatura Matemática II de la Escuela de Economía de la UCV *hace énfasis en la producción del medio* conjugando las necesidades instruccionales y los elementos que ofrece el mismo, para desarrollar el hecho educativo.

- e) *Estrategias Didácticas y su aplicación en la enseñanza del cálculo infinitesimal.*

En esta etapa se realizó una revisión de estrategias didácticas dentro de los parámetros de interrelación y comunicación fundamentales para el logro de los objetivos deseados, a fin de apoyar el proceso de enseñanza, concentrando la

atención en la utilización adecuada de los recursos que ofrece el medio y de emplear las estrategias didácticas adecuadas a fin de potenciar el hecho educativo (Amelii, 2002).

## 6. MARCO METODOLOGICO

En este punto se desarrollaron las actividades descritas en las **Fase II y III**, referidas a la elaboración de diagnósticos a fin de evaluar las condiciones iniciales del grupo de estudio y en base a los resultados de las evaluaciones diagnósticas, diseñar las estrategias didácticas que se implementarán en el curso.

Se trabajó con el modelo de investigación en el área de Tecnología Educativa (TE) propuesta por Area (1999). De acuerdo a los objetivos planteados para el desarrollo de esta investigación, los cuales se enfocan en evaluar los efectos que produce la incorporación de estrategias de enseñanza basadas en el uso de las TIC para el caso específico de los procesos de derivación parcial de funciones compuestas e implícitas, podríamos decir este trabajo se enmarca dentro de la Línea número 1 descrita por Area, la cual se refiere al estudio de las Aplicaciones educativas de Internet.

### 6.1. Escogencia de las estrategias didácticas a desarrollar

La escogencia de las estrategias didácticas desarrolladas para el curso con la finalidad de evaluar los efectos sobre la enseñanza de los procesos de derivación parcial de funciones compuestas e implícitas haciendo uso de las TIC, se basaron en tres aspectos fundamentales:

#### a. Los resultados de las encuestas diagnósticas:

- Encuesta sobre las actitudes de los alumnos hacia las matemáticas
- Encuesta de actitud hacia las derivadas parciales e identificación de los procesos metacognitivos empleados por los estudiantes de matemática II

Producto del análisis de los resultados de las encuestas realizadas a los estudiantes, se *diseñaron las estrategias didácticas a implementar:*

- a) Con relación a los resultados de la prueba diagnóstica se diseñó una actividad remedial que se desarrolla a lo largo de todo el semestre.

| ESTRATEGIAS PROPUESTAS EN BASE A LA PRUEBA DIAGNOSTICA |  |
|--|--|
| <b>PRUEBA<br/>DIAGNOSTICA</b>                          | <p><b>Guía de ejercicios resueltos y propuestos.</b></p> <p><b>Justificación:</b> esta estrategia propicia la práctica constante de los tópicos relacionados con el tema de derivación en una variable.</p> <p><b>Basado en</b> el modelo de resolución de problemas de Schoenfeld ,donde la combinación de recursos: conocimientos heurísticos, procesos de control y evaluaciones hacen posible el proceso de enseñanza y de aprendizaje.</p> <p><b>Teoría conductista</b> del aprendizaje: reglas de derivación y aplicaciones.</p> |

|  |  |
|--|--|
|  | <p><b>Ubicación de aplicaciones económicas de la derivada</b><br/> <b>Justificación:</b> esta estrategia estimula el aprendizaje significativo, promoviendo la aplicación de los conceptos adquiridos en contextos económicos.<br/> <b>Basado en:</b> aprendizaje significativo (Ausbel) haciendo que los contenidos estén relacionados con algún aspecto específicamente relevante de la estructura cognoscitiva del alumno, como una imagen o un símbolo ya significativo, un concepto o una proposición. En este caso con el contexto de su carrera.</p>  |
|  | <p><b>Quiz en línea</b><br/> <b>Justificación:</b> esta estrategia permite hacer seguimiento a distancia de las actividades de los estudiantes y chequear sus conocimientos.<br/> <b>Basado en:</b> en el aprendizaje estructural (Scandura), se fundamenta en la concepción de que se debe enseñar los conceptos respetando el orden de resolución a fin de lograr resolver los problemas aplicando una estructura de razonamiento desde lo simple a lo complejo y respetando el hecho de que el estudiante requiere de un mínimo de capacidades para lograr alcanzar esa capacidad de reflexión.</p> |

- b) Con relación a los resultados obtenidos a través de la **Encuesta 01** (ACTITUD HACIA LAS MATEMÁTICAS) realizada al inicio del semestre (segunda semana de clases-febrero 2009), y discriminando dichos resultados de acuerdo a las dimensiones descritas con anterioridad en la Fase II, se escogieron las siguientes estrategias:

| ESTRATEGIAS PROPUESTAS EN BASE A LA ENCUESTA 01.<br>Actitud hacia las matemáticas |  |
|---|--|
| DIMEN   | ESTRATEGIAS  |
| AFECTIVIDAD   | <p><b>Video de motivación.</b><br/> <b>Justificación:</b> esta estrategia estimula la motivación hacia el estudio de la temática.<br/> <b>Basado en:</b> estímulo al estudio, vencer barreras y miedos, visión gráfica de los problemas a fin de buscarle solución. Familiarización con el contenido.</p>  |
|   | <p><b>Creación de un grupo de yahoo</b><br/> <b>Justificación:</b> esta estrategia estimula la participación en las actividades del grupo.<br/> <b>Basado en:</b> aprendizaje colaborativo ya que los alumnos tienen la oportunidad de opinar, presentar, debatir distintos puntos de vista mientras se está produciendo el aprendizaje</p>                |
|   | <p><b>Foro de bienvenida</b><br/> <b>Justificación:</b> esta estrategia permite afrontar la “distancia” tratando de conocer a su compañero y compartiendo sus expectativas.<br/> <b>Basado en</b> la interacción con el contexto social y cultural, y que es una actividad distribuida (De Corte)</p>  |
|   | <p><b>Foro de novedades (cafetín)</b><br/> <b>Justificación:</b> esta estrategia permite “acercar” a los miembros del grupo y compartir otras conversaciones y materiales.<br/> <b>Basado en</b> la creación de redes sociales de comunicación y asociación que permitan el intercambio y a su vez el acercamiento desde un contexto más familiar.</p>     |
| APLICABILIDAD   | <p><b>Diseño de un BLOG sobre tópicos económicos</b><br/> <b>Justificación:</b> le permite compartir conocimientos matemáticos con aplicación en el ámbito económico.<br/> <b>Basado en</b> la significancia de los contenidos, haciéndolos relevantes (aprendizaje significativo). Construcción de redes sociales de apoyo y aporte de conocimientos.</p> |

|                  |   |
|------------------|---|
| <b>HABILIDAD</b> | <p><b>Presentación de ejercicios resueltos de la guía de actividades y parciales anteriores</b></p> <p><b>Justificación:</b> esta estrategia permite desarrollar competencias matemáticas básicas para afrontar ejercicios y aplicaciones económicas.</p> <p><b>Basado en</b> el trabajo mediante sesiones dirigidas en la formación de conceptos fundamentales.</p>  |
|                  | <p><b>Ejercicios propuestos para ser entregados en forma individual</b></p> <p><b>Justificación:</b> permite desarrollar competencias en el tema específico de derivación parcial de funciones compuestas e implícitas.</p> <p><b>Basado en</b> la teoría conductista del aprendizaje: reglas de derivación y aplicaciones</p>  |
|                  | <p><b>Actividad colaborativa: describir los procedimientos para desarrollar el ejercicio evaluado individualmente y por el grupo.</b></p> <p><b>Justificación:</b> permite construir en forma grupal la metodología para desarrollar y resolver ejercicios de derivación compuesta e implícita.</p> <p><b>Basado en:</b> el concepto de aprendizaje colaborativo ocurre de una manera más efectiva cuando existe interacción personal. Conocimiento y reconocimiento de los procesos de aprendizaje empleados para resolver ejercicios.</p> |
| <b>ANSIEDAD</b>  | <p><b>Notas motivacionales donde se estimule el estudio y se apela a la capacidad individual</b></p> <p><b>Justificación:</b> permite al estudiante mantenerse en el curso y evita que se retire antes de finalizar el semestre.</p> <p><b>Basado en</b> algunos principios motivacionales referidos a la forma como se presenta y estructura la actividad de clase.</p>  |
|                  | <p><b>Video de motivación.</b></p> <p><b>Justificación:</b> le permite aumentar su auto estima y motivación al logro.</p>   |

c) Con relación a los resultados obtenidos a través de la **Encuesta 02** (ACTITUD HACIA LAS DERIVADAS PARCIALES.PROCESOS METACOGNITIVOS EMPLEADOS POR LOS ALUMNOS Y TRABAJO COLABORATIVO) realizado previo al segundo parcial, y discriminando dichos resultados de acuerdo a las dimensiones descritas con anterioridad en la Fase II, se escogieron las siguientes estrategias:

| <b>ESTRATEGIAS PROPUESTAS EN BASE A LA ENCUESTA 02.</b>                                     |   |
|---|---|
| <b>Actitud hacia las derivadas parciales. Procesos metacognitivos. Trabajo colaborativo</b> |   |
| <b>DIMEN</b>  | <b>ESTRATEGIAS</b>  |
| <b>AFECTIVIDAD</b>  | <p><b>Las mismas descritas para la ENCUESTA 01:</b></p> <p>Video de motivación.</p> <p>Creación de un grupo de yahoo</p> <p>Foro de bienvenida</p> <p>Foro de novedades (cafetín)</p>   |
| <b>APLICABILIDAD</b>  | <p><b>Búsqueda de información sobre las aplicaciones económicas de las derivadas parciales</b></p> <p><b>Justificación:</b> a fin de hacer significativo el aprendizaje de los contenidos, se incluyen las aplicaciones económicas para que el estudiante entienda dentro del contexto de estudio para qué es útil lo que aprende</p> |

|                               |   |
|-------------------------------|---|
|                               | <b>Resolución de ejercicios económicos</b><br><b>Justificación:</b> a fin de hacer significativo el aprendizaje de los contenidos, y desarrollar las competencias matemáticas básicas que le permitan aplicar sus conocimientos en el área económica.   |
|                               | <b>Ubicación de aplicaciones económicas de las derivadas en otras áreas del conocimiento y asociadas a la economía</b><br><b>Justificación:</b> a fin de hacer significativo el aprendizaje de los contenidos, ubicándolo en su contexto  |
| <b>HABILIDAD</b>              | <b>Elaboración de ejercicios programados</b><br><b>Justificación:</b> permite desarrollar competencias en el tema específico de derivación parcial de funciones compuestas e implícitas.  |
| <b>METACOGNICION</b>          | <b>Elaboración del esquema de resolución de un ejercicio en forma colaborativa</b> (Mapa mental)<br><b>Justificación:</b> le permite al estudiante diseñar la estrategia de resolución de ejercicios, <b>Basado en</b> la activación de procesos metacognitivos asociados al planteamiento y desarrollo de los ejercicios. Por otra parte, el realizarlo de forma colaborativa le proporcionará herramientas para la discusión. El objetivo de la discusión es llegar a elaborar un plan de trabajo previo, consensuado y válido. |
| <b>APREDIAJE COLABORATIVO</b> | <b>Actividad colaborativa: resolución de ejercicios para compartir con el grupo</b><br><b>Justificación:</b> permite validar el aprendizaje, favorece el desarrollo de procesos metacognitivos y reafirma la confianza del estudiante   |
|                               | <b>Análisis de la actividad</b><br><b>Justificación:</b> promueve el análisis cualitativo de la actividad y de los resultados obtenidos. Podría coincidir con las aplicaciones de tipo económicas y la interpretación de los resultados obtenidos.  |

## EVALUACIÓN DE LA EXPERIENCIA.

Esta fase fue elaborada en dos etapas, que permitieron recoger información a fin de evaluar las estrategias didácticas diseñadas y desarrolladas en base a:

### a. la prueba diagnóstica

b. **la valoración actitudinal:** a fin de evaluar si la incorporación de las mismas mejoraron los procesos metacognitivos estimularon el trabajo colaborativo y lograron aprendizajes significativos en los estudiantes de la asignatura Matemática II en el tema referido a derivación parcial de funciones compuestas e implícitas.

### c. el desempeño académico de los estudiantes en el tema en cuestión

Durante esta etapa se elaboraron los instrumentos de recolección de información que permitieron valorar los cambios en los procesos en cuestión asociados al aprendizaje, así como las actividades evaluadas para ser realizadas en la página web de la asignatura, así como las actividades formativas a desarrollar por los estudiantes.

Luego se procedió a evaluar la experiencia con los instrumentos diseñados a tal fin.

## 7. ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION.

En esta sección se presentaron de forma detallada los resultados obtenidos de las distintas mediciones elaboradas a lo largo de la experiencia. Estas mediciones consistieron en encuestas, evaluaciones sumativas y formativas y sondeos de opinión que se realizaron a lo largo del semestre I-2009 a los estudiantes de la asignatura Matemática II de la EE de la UCV, con los cuales se desarrolló la investigación.

### 7.1. Prueba diagnóstica

A fin de conocer el nivel académico de los estudiantes que van a cursar la asignatura Matemática II, se elaboró una prueba diagnóstica que pretende evaluar los conocimientos básicos necesarios sobre los temas de Función, Límites y Derivada de Funciones de una variable real.

La prueba consta de veinte (20) preguntas donde se evalúan los siguientes aspectos:

| TEMA      | CONTENIDO                     | PREGUNTA (S) |
|-----------|-------------------------------|--------------|
| FUNCIONES | INECUACIONES                  | 1 – 2        |
|           | CLASIFICACION DE FUNCIONES    | 5 – 10       |
|           | DOMINIO DE FUNCIONES          | 3 – 4        |
|           | RANGO DE FUNCIONES            | 6 – 15       |
|           | FUNCIÓN AFIN                  | 7 – 8        |
| LIMITES   | LIMITES. CONCEPTO             | 11           |
|           | CONTINUIDAD                   | 9            |
| DERIVADAS | DERIVADA                      | 17           |
|           | DERIVABILIDAD                 | 12           |
|           | EXTREMOS                      | 14 – 20      |
|           | CRECIMIENTO Y DECRECIMIENTO   | 13           |
|           | CONCAVIDAD                    | 16           |
|           | DERIVADA IMPLÍCITA            | 18           |
|           | DERIVADA DE FUNCIÓN COMPUESTA | 19           |

#### Características de la muestra:

- (a) Población: se trabajó con los estudiantes de las secciones 22, 23 y 24 de la asignatura Matemática II. El total inscritos para el momento de la evaluación era de 68 estudiantes.
- (b) Tamaño: esta encuesta fue realizada por 53 estudiantes.

(c) Tipo de modalidad: los estudiantes son cursantes, en su mayoría, de la asignatura en la modalidad en línea.

(d) Representatividad: la muestra escogida representa el 49,86 % de la población que cursa la asignatura en las secciones señaladas.

Los resultados generales de la prueba mostraron Estos resultados denotan un escaso dominio por parte de los estudiantes que ingresan a Matemática II, del tema de derivación en una variable fundamental para iniciar la asignatura.

## 7.2. Encuesta 01. Encuesta de actitud hacia la matemática.

Esta encuesta se realizó en dos oportunidades obteniendo en ambos casos resultados similares.

Esta encuesta permitió evaluar las actitudes iniciales de los estudiantes ante las matemáticas, de acuerdo a los elementos que evalúan, en cinco dimensiones.

| DIMENSION     | ITEMS                 |
|---------------|-----------------------|
| AFECTIVIDAD   | 1,5,9,13,17,21,25,29  |
| APLICABILIDAD | 2,6,10,14,18,22,26,30 |
| HABILIDAD     | 3,7,11,15,19,23,27,31 |
| ANSIEDAD      | 4,8,12,16,20,24,28    |
| TOTAL         | 1 al 31               |

### Características de la muestra:

(a) Tamaño: Para la realización de la encuesta se escogieron 62 estudiantes.

(b) Representatividad: la muestra escogida representa el 38,75 % de la población de la asignatura.

(c) Condiciones: los estudiantes fueron escogidos al azar, el primer día de clase, y pertenecen a las distintas secciones, horarios, turnos (diurno y nocturno) y modalidades (presencial y a distancia) que se ofrecieron para esta materia. La muestra está constituida por un 31 % de estudiantes que cursaron la asignatura en la modalidad en línea mientras que el 69 % la cursaron de forma presencial.

Una vez realizada la encuesta inicial, se analizaron los resultados, obteniéndose los siguientes resultados.

**Dimensión Afectividad:** Los estudiantes se encuentran motivados a estudiar matemáticas y entienden que deben asumir el estudio de la asignatura sin demora. Prefieren estudiar matemáticas antes que otra

asignatura, quizás porque la consideran más amena o más importante. A pesar de que están conformes con estudiar la asignatura, no se muestran del todo atraídos por la idea de realizar mayor cantidad de ejercicios fuera de las horas dispuestas para las clases. Lo más relevante es que los estudiantes se sienten preocupados por obtener buenas calificaciones en matemáticas quizás por una razón de estatus. No se identifican con el conocimiento sino con la nota.

**Dimensión Aplicabilidad:** Los estudiantes de la carrera de Economía están conscientes plenamente de que la asignatura de matemáticas constituye un curso importante para su formación. Que la carrera tiene un fuerte componente matemático y asumen que el curso de matemáticas va más allá de aprender métodos cuantitativos, que deben desarrollar las competencias necesarias para aplicarla en su ámbito de formación y de futuro desempeño profesional. Los estudiantes esperan desarrollar el razonamiento analítico necesario para interpretar los resultados económicos, modelar situaciones y obtener información.

**Dimensión Habilidad:** Los estudiantes se muestran inseguros a pesar del tiempo que le dedican al estudio de la matemática. Necesitan el apoyo de una explicación para afrontar la resolución de las actividades. No están dispuestos a asumir mayores grados de complejidad en el estudio de las matemáticas, y sienten dificultades en la comprensión del lenguaje matemático, a pesar de que aceptan tener las competencias para resolver ejercicios y afrontar problemas matemáticos de mayor grado de dificultad.

**Dimensión Ansiedad:** La mayoría de los estudiantes inicialmente se siente seguro al cursar la asignatura, a pesar de que hay un factor de incomodidad. Existe nerviosismo a la hora de afrontar un examen de matemática y no hay mayor ansiedad por parte de los estudiantes de realizar un examen de matemáticas. Un parte de los estudiantes admite poder controlarlo y la mayoría no somatiza ningún efecto atribuible al hecho de realizar una evaluación de matemáticas.

### **7.3. Encuesta 02. Actitud hacia las Derivadas.**

Para evaluar la actitud de los estudiantes de la asignatura matemática II de la EE de la UCV, hacia el tema específico relacionada con DERIVADAS DE FUNCIONES DE VARIAS VARIABLES, se realizó una encuesta de opinión de respuesta abierta.

Las preguntas están distribuidas en función a cuatro dimensiones.

| DIMENSION            | ITEMS       |
|----------------------|-------------|
| HABILIDAD            | 1,6,9,17    |
| AFFECTIVIDAD         | 11,12,13,16 |
| APLICABILIDAD        | 3,5         |
| METACOGNICION        | 2,4,7,8,10  |
| TRABAJO COLABORATIVO | 14,15       |

**Características de la muestra:**

- a) Población: se trabajó con los estudiantes de las secciones 23 y 24 de la asignatura Matemática II. El total inscritos para el momento de la evaluación era de 49 estudiantes.
- b) Tamaño: esta encuesta fue realizada por 28 estudiantes.
- c) Representatividad: la muestra escogida representa el 58,335 % de la población que cursa la asignatura en las secciones señaladas.
- d) Condiciones: los estudiantes realizaron la encuesta en línea la segunda semana de clase.
- e) Diferenciación por categoría del cursante: Todos los estudiantes que realizaron la prueba son repitentes y 2 de ellos en particular están cursando la materia en régimen de permanencia.

Una vez realizada la encuesta inicial, se analizaron los resultados, obteniéndose los siguientes resultados.

**Dimensión Habilidad:** los estudiantes responden en general con una definición sobre el tema. esta definición refleja que no conocen y por lo tanto no entienden el concepto de derivadas parciales. en general aloran que han aprendido sobre el tema de funciones de variables, de manera que pueden afrontar los demás tópicos relacionados con derivación parcial. los temas que para los estudiantes presentaron mayor necesidad de estudio fueron: (a) dominio, (b) tasa media parcial, (c) derivada parcial. La gran mayoría no cumplió con sus asignaciones.

**Dimensión Afectividad:** La mayoría muestra UN GRAN INTERES EN REALIZAR LAS ACTIVIDADES DISEÑADAS. La motivación para hacerlas varía desde la simple realización de una asignación, hasta el comprender la material. Sienten que su dedicación al estudio de la asignatura no es suficiente y que requiere mayor esfuerzo para lograr cumplir con sus actividades. Para muchos, el estudio individual es la mejor manera de concentrarse, sin embargo admiten que necesitan compartir en grupo para intercambiar ideas y resolver dudas. Básicamente la mayoría de los que respondió la pregunta aceptan que quieren aprobar la asignatura y mejorar su récord académico.

**Dimensión Afectividad:** Algunos reconocen el uso de las derivadas parciales en aplicaciones económicas, pero no sienten que la asignatura les permite aplicar los conceptos matemáticos en los tópicos de economía básicos de su carrera.

**Procesos metacognitivos:** Muy pocos tiene claro el concepto de Regla de la Cadena que es el que permite hallar la derivada parcial de un función compuesta. La mayoría conoce lo que es una función implícita. Muchos admiten que saben derivar parcialmente funciones de este tipo. Muy pocos reseñan lo que aprendieron, en término de conceptos.

**Trabajo colaborativo:** La gran mayoría está ganado para trabajar en forma colaborativa. Manifiestan que les agrada trabajar en grupo. Se reconocen dentro del equipo y asumen sus rol como miembros del grupo. Cada quién asume el papel que se ajusta a su carácter, personalidad o hasta el que decida el grupo. En general se muestran participativos y colaboradores.

#### 7.4. Encuesta 04. Procesos metacognitivos.

Para analizar las respuestas, se clasificaron en función a cuatro dimensiones, a las cuales se les asignaron indicadores para poder clasificar las respuestas de los estudiantes.

| DIMENSION     | ITEMS  |
|---------------|--------|
| HABILIDAD     | 1a     |
| APLICABILIDAD | 1b     |
| AFECTIVIDAD   | 2      |
| METACOGNICION | 1c , 3 |

##### Características de la muestra:

- a) Población: se trabajó con los estudiantes de las secciones 23 y 24 de la asignatura Matemática II. El total inscritos para el momento de la evaluación era de 45 estudiantes.
- b) Tamaño: esta encuesta fue realizada por 24 estudiantes.
- c) Tipo de modalidad: los estudiantes son cursantes de la asignatura en la modalidad en línea.
- d) Representatividad: la muestra escogida representa el 53,33 % de la población que cursa la asignatura en las secciones señaladas.

Revisando las respuestas de relacionadas a esta dimensión

**Habilidad:** Los estudiantes mayormente responden que emplean los materiales de la página (guías de ejercicios, parciales anteriores, ejercicios propuestos), a fin de realizar actividades prácticas. Algunos refieren la necesidad de entender los fundamentos teóricos antes de enfrentar la práctica. Otros simplemente enuncian los tópicos que estudiaron para el parcial. En general los estudiantes asumen el estudio de forma grupal, y prefieren realizar ejercicios antes que entender la teoría.

**Aplicabilidad:** La gran mayoría de los estudiantes asumen su estudio básicamente para aprobar el parcial. También hacen referencia a la necesidad de comprender y aprender más allá de la evaluación.

**Metacognición:** La mayoría de los estudiantes asumen su estudio debe ser ordenado, sistemático y cumpliendo los pasos para la realización de las actividades. Esto nos da la idea de que el alumno asume que su preparación debe llevarlo a organizar con claridad sus ideas y conocimientos antes de enfrentar el ejercicio. Es importante desarrollar una estrategia para afrontar la resolución de los problemas e interpretarlos adecuadamente. Los estudiantes manifiestan la necesidad de actividades práctica (preparadurías) presenciales, lo cual indica que hay necesidad de sentirse seguros a través del contacto directo con los profesores.

**Afectividad:** La mayoría de los alumnos asumen que la manera de estudiar el tema fue adecuada, eso indica que están satisfechos con sus resultados.

## 7.5. Encuesta 05. Valoración de la experiencia

Al finalizar el semestre, durante el último parcial, se suministró a los estudiantes una encuesta que pretendía valorar la efectividad del curso en línea en dos aspectos fundamentales: materiales utilizados y tutoría.

Los resultados de dicha encuesta se muestran a continuación:

**De los materiales:** Con respecto a las preguntas referidas al uso y adecuación de los materiales ofrecidos en la web se observa que en general los estudiantes valoraron muy bien los aspectos relacionados con la calidad y eficiencia de los materiales didácticos (ítems 1, 3 y 4), sin embargo los aspectos técnicos relacionados con la plataforma y su accesibilidad deben ser mejorados (ítems 5,6 y7). Con relación a la pregunta referida a las dificultades técnicas que limitaron la formación están

1. Problemas al inicio del semestre con la obtención y validación de la calve de acceso

2. Conectividad, debido a las frecuentes caídas del servidor,
3. Dificultades para incorporarse al grupo yahoo
4. Dificultades para enviar las tareas resueltas ya sea a la página como a los compañeros.

**Del sistema de tutoría:** Con respecto a las preguntas referidas al asesoramiento por parte del Tutor se observa que en general los estudiantes valoraron muy bien la frecuencia y la calidad de las respuestas a pesar de que a veces no fueran tan rápidas como ellos esperaban. La razón podría atribuirse al funcionamiento irregular del servidor que no permitía una comunicación más fluida y rápida con los estudiantes.

### 7.6. Resultados de los parciales del Tema II: Regla de la cadena e implícita de funciones de varias variables

**Segundo Parcial:** a continuación se muestra el resumen correspondiente a los resultados obtenidos en semestres anteriores en el Parcial que evalúa los temas referidos a derivación de funciones compuestas y funciones implícitas en varias variables.

| SECCIONES    | PROMEDIO      | % APLAZADOS |
|--------------|---------------|-------------|
| EN LINEA     | 6.20 +/- 2.68 | 83.51       |
| PRESENCIALES | 4.87 +/- 2.72 | 83.97       |

**Fuente: Control de Estudios de FaCES. UCV.**

Los resultados obtenidos este semestre aplicando las estrategias didácticas seleccionadas y haciendo uso de las TIC, son los siguientes:

| SECCIONES<br>EN LINEA | Nº de alumnos | PROMEDIO      | Nº APROBADOS<br>(%) | Nº APLAZADOS<br>(%) |
|-----------------------|---------------|---------------|---------------------|---------------------|
| 23 y 24               | 32            | 8.35 +/- 3.24 | 14 (43.75%)         | 18 (56,25)          |

Como puede apreciarse, los resultados muestran una mejoría sustancial en términos de promedio y número de aplazados en relación a los resultados obtenidos en semestres anteriores en los temas que evalúan Regla de la Cadena y Función Implícita para funciones de varias variables.

Para el caso particular de los estudiantes del curso en línea, el trabajo realizado con la página mediante las actividades diseñadas, apoyaron el logro de los objetivos.

## 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El desarrollo de esta actividad a distancia permitió diseñar nuevas e innovadoras estrategias de enseñanza, a fin de poner en manos de nuestros estudiantes las herramientas necesarias para hacerlos dueños de sus propios conocimientos.

En general, revisando los resultados obtenidos por los estudiantes del curso en línea, se puede concluir que es importante reforzar el tema de función continua, porque la mayoría no responde correctamente las preguntas del parcial.

Aunque no es objetivo del trabajo de investigación, si comparamos los resultados obtenidos por los alumnos que asisten a clases con los que están a distancia, se nota una diferencia significativa con respecto al promedio obtenido en la pregunta, así como el porcentaje de alumnos que respondieron correctamente al menos la mitad de la pregunta.

A través de esta experiencia, se ha podido demostrar que el diseño y desarrollo de estrategias didácticas específicas para un tema que requiere atención especial, centradas en el alumno, donde se genere una conducta responsable frente a su formación, donde la comunicación juega un papel importante y donde éste obtiene y aplica los propios conocimientos adquiridos en su entorno de aprendizaje, ha logrado dar resultados muy positivos en términos de rendimiento académico en el tema de derivación de funciones compuestas e implícitas de funciones de varias variables.

Los resultados obtenidos en esta experiencia, acompañados de las encuestas realizadas a los estudiantes donde manifiestan su aceptación de la innovación que consistió en el desarrollo de esta actividad académica en la modalidad a distancia. En ese sentido los estudiantes manifestaron sentirse cómodos con el curso y se sintieron acompañados a lo largo del semestre a través de actividades regulares.

Esta evaluación permite inferir que una alternativa de aprendizaje centrada en estrategias didácticas que fomenten la adquisición de responsabilidades y hábitos de estudio, acompañada de un seguimiento constante del profesor, puede ser beneficioso para aquellos estudiantes que han tenido que repetir la asignatura en más de una oportunidad.

En términos generales podemos decir que los resultados obtenidos en esta investigación fueron positivos ya que se logró el objetivo de evaluar la implementación de estrategias didácticas diseñadas específicamente para los temas a desarrollar, y además, en términos de rendimiento académico se observó un mejoramiento de los resultados obtenidos previos a esta investigación. Por parte los estudiantes manifestaron un mayor acercamiento a la asignatura, venciendo algunas barreras motivacionales y de resistencia natural a la materia, manifestando haber mejorado la forma de afrontar los ejercicios y la manera como enfrentan los conceptos del cálculo que de alguna manera dificultaban su comprensión.

## BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

Amelii, M. (2004). Diseño de una Página Web para Uso Académico. Caso: Asignatura Matemática II. Escuela de Economía. Universidad Central de Venezuela. Revista Iberoamericana de Sistemas, Cibernética e Informática. Volumen 2- Número 2. <http://www.iiisci.org/Journal/RISCI/> . Revisado julio 2008

Area, M. (1999). Bajo el efecto 2000. Líneas de investigación sobre Tecnología Educativa en España. Ponencia presentada en las VII Jornadas Universitarias de Tecnología Educativa Sevilla. España.

Ausubel, D. (1963). The Psychology of Meaningful Verbal Learning. New York: Grune & Stratton.

Borrás, I. (1997a). Enseñanza y Aprendizaje con Internet: una aproximación crítica. Pixel-Bit. Revista de medios y educación. Nº 9.

Borrás, I. (1997b). RE 503- Internet for Teachers: Case study evaluation of a graduate-level course. Educational Technology Research & Development (propuesto para publicación).

Catsigeras, E (2004). Microexperiencia de enseñanza en Cálculo. Publicado en las Actas del II Congreso de Enseñanza, ponencia 1-033 editado en CD- UEFI, Fac. de Ingeniería, Universidad de la República. Montevideo, Uruguay.

De Corte, E. (1996). Instructional psychology: Overview. In E. De Corte & F.E. Weinert (Eds.), International encyclopedia of developmental and instructional psychology (pp. 33-43). Oxford, UK: Elsevier Science Ltd.

Guzmán, M de. (1991). Para pensar mejor. Desarrollo de la creatividad a través de los procesos matemáticos. Pirámide, Madrid, 1997

Miratía O., López, G.(2006). Estrategia de Diseño de Cursos en línea (DPIPE). Ponencia presentada en Eductec 2006. Universitat Rovira i Virgili. Tarragona. España

Monereo, C. (2001). Ser estratégico y autónomo aprendiendo. Unidades didácticas de enseñanza estratégica. Barcelona: Graó.. Cap. 1, pp. 11-27

Piaget, J; García, R: Psicogénesis e Historia de la Ciencia. Ed. Siglo XXI, México, 1982.

Piaget, J., Inhelder, B. (1975): Psicología del niño, Ediciones Morata, 6ª edición, Madrid.

Pozo, J.I. y Monereo (1999) Un currículo para aprender. Profesores, alumnos y contenidos ante el aprendizaje estratégico. En: Pozo, J.I. y Monereo, C. (Coord.). (1999). El aprendizaje estratégico. Enseñar a aprender desde el currículo. Madrid: Santillana. pp. 11-25

Salinas, J. (2002) Medios didácticos para una nueva universidad. Conferencia. Jornada sobre Innovación: El aprendizaje en entornos virtuales. Universidad Pública de Navarra.

Vygotsky, L.S. (1978). Mind in society: the development of higher psychological processes, Cambridge: Harvard University Press.