

Enseñanza de la Derivación Parcial de Funciones Compuestas e implícitas a través de un Curso en Línea

María Rita Amelii
Escuela de Economía, FACES
Universidad Central de Venezuela
rita.amelii@gmail.com

Recibido: 20/09/2011
Aprobado: 13/12/2011

Resumen

Para el estudiante de Economía de la UCV, desarrollar competencias matemáticas que los capaciten para interpretar los fenómenos económicos, es una prioridad. Para ello, el cálculo diferencial se inserta dentro de los contenidos programáticos de la carrera a 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 para que le sea posible 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. Esta investigación se centró en la elaboración de una innovación instruccional basada en el diseño de un curso en línea utilizando estrategias didácticas específicas con el propósito de fomentar en los estudiantes de la asignatura Matemática II, la comprensión de los conceptos del cálculo diferencial. Se trabajó con esta modalidad durante un semestre (I-2009) y los resultados se evaluaron mediante el uso de técnicas tanto cualitativas como cuantitativas. Los datos obtenidos permitieron evidenciar 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 Clave: estrategias didácticas, curso en línea, didáctica del cálculo diferencial.

Teaching Partial Derivation of Composed and Implicit Functions through an Online Course Abstract

For Economy students at the Universidad central de Venezuela (UCV), the development of mathematics skills that permit them to interpret economic phenomena

is a priority. For that reason, differential calculus is included in the program requirements for the area of study with the intention of studying real situations through abstract and logical models that allow them to quantify, describe, analyze and project results. In the subject Mathematics II, taken during the second semester of the career, the mathematic program provides the student with the mathematical tools necessary for interpreting economic phenomena. However, the students' academic performance in this subject area has proven to be consistently poor, specifically in the area of partial derivatives of composed and implicit functions. The objective of this investigation is centered around an instructional innovation based upon the design of an on-line course utilizing specific didactic strategies in order to help Mathematics II students in developing and improving their comprehension of differential calculus concepts. A trial was performed during one semester (I-2009) and, qualitative, as well as, quantitative results were evaluated. The collected data showed a significant improvement in student performance in the area of partial and implicit differentiation, and also in the students' general understanding of the concepts of differential calculus. This was due to the design of a set of strategies in accordance with their learning needs which were applied by means of a virtual learning environment or online course.

Key Words: *didactic strategies, on-line course, didactics of differential calculus*

Introducción

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). Se puede 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 del estudiante niveles de razonamiento, aplicación y análisis más profundos, este debe abordarlo con mayor esfuerzo y dedicación.

Luego de realizar una exhaustiva revisión bibliográfica sobre cómo se aprenden los conceptos básicos de cálculo diferencial, a partir de la elaboración y aplicación de pruebas diagnósticas y encuestas se logró delimitar el problema de estudio de esta investigación y se decidió indagar específicamente con una muestra de la población que requiere de estos conocimientos, como es el caso de los estudiantes de la Escuela de Economía de la Universidad Central de Venezuela, por lo que a partir del resultado de los diagnósticos efectuados se estableció como propósito principal de este estudio; y con base en experiencias previas relacionadas con el uso e incorporación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la

enseñanza de las matemáticas, 2009), diseñar, aplicar y evaluar un curso en línea durante el Semestre I- 2009 (febrero – junio 2009), que incluyera estrategias didácticas interactivas con el objeto de intentar contribuir a mejorar el aprendizaje, y por ende el rendimiento, 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 Escuela de Economía de la UCV, y debido a que por lo general se han obtenido excelentes resultados en experiencias previas desarrolladas por la autora de esta investigación, se decidió llevar a cabo el estudio utilizando el apoyo de las tecnologías de la información y la comunicación.

I. El problema de investigación

1). Descripción y planteamiento 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 en los cuales se han incorporado modificaciones a los currículos, dirigidas principalmente hacia la introducción del Análisis Matemático de manera 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). 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, al igual que la modelización de variaciones discretas y continuas.

En el caso de esta investigación, es importante señalar que introducir elementos de innovación instruccional en las asignaturas destinadas a desarrollar los contenidos propios del análisis

matemático, con la finalidad 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 objeto de exploración en investigaciones posteriores.

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 es conocida como enfoque estratégico de la enseñanza y tal como lo 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 y 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 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 la comprensión de los conceptos asociados al cálculo diferencial.

A partir de lo antes expuesto y en el 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, surgió la siguiente interrogante:

¿Qué estrategias 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?

2) El Contexto del caso de estudio: Matemática II, Escuela de Economía de la UCV y justificación de la investigación

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, las cuales 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 repetencia es elevado.

Desde el punto de vista del rendimiento, y haciendo un recuento histórico (1991-2007) de los resultados obtenidos por los estudiantes, se puede señalar que el promedio de la asignatura fue 6,83 puntos y que durante este período dicho promedio estuvo por debajo del mínimo aprobatorio (10 puntos). Mientras que el porcentaje de aplazados fue de 55,93 %, 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 rendimiento estudiantil en el tema relacionado con la derivación parcial de funciones compuestas e implícitas, se revisaron los resultados de las evaluaciones parciales de la asignatura. En la tabla nº 1 se exponen los resultados obtenidos durante los siete semestres comprendidos entre 2005- 02 y 2008-02) y se muestran las calificaciones obtenidas por los estudiantes de Matemática II de la Escuela de Economía (EE) de la UCV en el segundo parcial, donde se evaluó el tópico señalado anteriormente.

Tabla N° 1
Resumen general del rendimiento estudiantil en el segundo
parcial de Matemática II, períodos académicos
2005-2008

Promedio asignatura (2005-2008)	Promedio tema II (2005-2008)	% alumnos aplazados (2005-2008)	% alumnos aplazdos 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)

3). Objetivos de la investigación

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.

Objetivos Específicos

- Evaluar las condiciones cognitivas iniciales necesarias para abordar el tema de derivadas parciales.
- Evaluar la aproximación de los estudiantes a la asignatura en términos de: afectividad, aplicabilidad, habilidad y ansiedad para diseñar estrategias didácticas que permitan abordar adecuadamente estos aspectos.
- Realizar la selección de recursos tecnológicos que ofrece la plataforma Moodle, en base a las estrategias didácticas que serán implementadas.
- Aplicar las estrategias didácticas seleccionadas en el desarrollo del tema de derivadas parciales de funciones compuestas e implícitas.

- 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.

II. Marco Teórico Referencial

Se realizó la revisión bibliográfica y documental del problema de investigación, a partir de la cual se elaboró 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 y sus respectivos fundamentos teóricos.

Los fundamentos teóricos que sustentan este estudio son los que se plantean a continuación:

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. En lo que concierne a las teorías de enseñanza nos basamos en los principios del aprendizaje señalados por autores como De Corte, E. (1996); Piaget y García (1982); Vygotsky (1978); Piaget e Inhelder 1975); y Ausubel (1963).

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 Escuela de Economía de la UCV. En esta sección, se revisaron los elementos matemáticos asociados al desarrollo de dicho tema, el cual fue objeto de investigación en este trabajo. Algunos antecedentes revisados relacionados con la enseñanza de la matemática que sirvieron de apoyo a esta experiencia didáctica fueron los trabajos de Catsigeras (2004) y Guzmán (1991).

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 significativamente 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. En este aspecto nos basamos en obras de autores como Borrás. (1997a), Borrás, (1997b). y Salinas (2002)

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. En tal sentido, éste se elaboró sobre la base de algunos planteamientos realizados por autores como Miratía y López (2006) y Monereo (2001).

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). La estrategias didácticas fueron diseñadas con base en los planteamientos de autores como Pozo y Monereo (1999) y Monereo (2001).

III. Marco Metodológico

1) El Método de investigación

Se trabajó con el modelo de investigación en el área de Tecnología Educativa (TE) propuesto 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.

2) Técnicas de investigación e Instrumentos empleados y características de la muestra

Se emplearon como técnicas la medición de conocimientos y la técnica de la encuesta. Para tal efecto se diseñó una prueba diagnóstica y cuatro cuestionarios. A continuación se describen cada uno de ellos, al igual que la muestra a la cual se aplicaron y las condiciones de su administración.

Esta fase fue elaborada en dos etapas, que permitieron recoger la información requerida a fin de evaluar las estrategias didácticas diseñadas que se presentan en la sección correspondiente a resultados de la investigación.

Los instrumentos utilizados

- a. La prueba diagnóstica para medir los conocimientos previos y establecer las necesidades de los estudiantes antes de llevar a cabo la experiencia didáctica.
- 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 y al final del curso.

La selección de las estrategias didácticas desarrolladas

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:

- Los resultados de la prueba diagnóstica.
- Los resultados de las encuestas de actitud hacia las matemáticas y hacia las derivadas parciales.
- La identificación de los procesos metacognitivos empleados por los estudiantes de matemática II y el trabajo colaborativo realizado antes del segundo parcial.

Prueba diagnóstica

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

La prueba estaba conformada por veinte (20) preguntas con las que se evaluaron el tema y los contenidos que se muestran en la tabla N° 2 que se presenta seguidamente:

Tabla N° 2
Preguntas que conformaban la prueba diagnóstica

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

Fuente: autora

Características de la muestra que presentó la prueba diagnóstica:

Población: se trabajó con los estudiantes de las secciones 22, 23 y 24 de la asignatura Matemática II. El total de inscriptos para el momento de la evaluación era de 68 estudiantes.

Tamaño: esta encuesta fue realizada por 53 estudiantes.

Tipo de modalidad: los estudiantes eran cursantes, en su mayoría, de la asignatura en la modalidad en línea.

Representatividad: la muestra escogida representaba el 49,86 % de la población que cursaba la asignatura en las secciones señaladas.

Encuestas o cuestionarios sobre las actitudes de los alumnos hacia las matemáticas

Encuesta n° 1. Cuestionario de actitud hacia la matemática.

Esta encuesta se aplicó en dos oportunidades obteniéndose en ambos casos resultados similares. La misma permitió evaluar las actitudes iniciales de los estudiantes ante las matemáticas, según las cinco dimensiones que se muestran en la tabla N° 3.

Tabla N° 3
Cuestionario de actitud hacia las matemáticas

DIMENSION	ITEMS
AFFECTIVIDAD	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

Fuente: autora

Características de la muestra:

- Tamaño: Para la realización de la encuesta se escogieron 62 estudiantes.
- Representatividad: la muestra escogida representa el 38,75 % de la población de la asignatura.
- 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 estuvo constituida por un 31 % de estudiantes que cursaron la asignatura en la modalidad en línea mientras que el 69 % la cursaron de forma presencial.

Encuesta 2. Cuestionario de actitud hacia las derivadas parciales

En la tabla N° 4 se presenta la conformación de la encuesta de actitud aplicada a los estudiantes

Tabla N° 4
Dimensiones e ítems de la encuesta de actitud hacia las derivadas parciales

DIMENSION	ITEMS
HABILIDAD	1,6,9,17
AFECTIVIDAD	11,12,13,16
APLICABILIDAD	3,5
METACOGNICION	2,4,7,8,10

Fuente: autora

Características de la muestra:

- 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.
- Tamaño: esta encuesta fue realizada por 28 estudiantes.
- Representatividad: la muestra escogida representa el 58,35 % de la población que cursa la asignatura en las secciones señaladas.
- Condiciones: los estudiantes realizaron la encuesta en línea la segunda semana de clase.
- Diferenciación por categoría del cursante: Todos los estudiantes que realizaron la prueba son repitientes y 2 de ellos en particular estaban cursando la materia en régimen de permanencia.

Encuesta 3. Cuestionario sobre Procesos metacognitivos.

En la tabla N° 5 se muestran las cuatro dimensiones evaluadas en la encuesta sobre procesos metacognitivos, al igual que el número y la identificación de los respectivos ítems.

Tabla N° 5
Encuesta sobre procesos metacognitivos

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

Fuente: autora

Características de la muestra:

- **Población:** se trabajó con los estudiantes de las secciones 23 y 24 de la asignatura Matemática II. El total inscriptos para el momento de la evaluación era de 45 estudiantes.
- **Tamaño:** este cuestionario fue respondido por 24 estudiantes.
- **Tipo de modalidad:** los estudiantes eran cursantes de la asignatura en la modalidad en línea.
- **Representatividad:** la muestra seleccionada representó el 53,33 % de la población que cursaba la asignatura en las secciones señaladas.

3) Valoración final de la experiencia

Encuesta 4 para la Valoración de la experiencia al final del semestre

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 tutorías. La encuesta estuvo conformada por un total de siete (7) ítems. Para valorar la eficiencia de los materiales didácticos se formularon tres ítems (ítems 1, 3 y 4). Para valorar lo relativo a los aspectos técnicos relacionados con la plataforma y su accesibilidad se incluyeron tres ítems (ítems 5,6 y7). Finalmente, la opinión de los estudiantes con respecto al sistema de tutorías se recopiló mediante la inclusión de un ítem relacionado con la frecuencia, calidad y rapidez de respuestas de las tutorías (ítem 2).

4) Fases y procedimientos de la investigación

Una vez establecidos los objetivos, y enmarcada la investigación en la línea descrita anteriormente, se procedió a realizar el estudio mediante un conjunto de actividades englobadas en las seis fases que se muestran en la figura nº 1.

Figura N° 1
Las seis fases para el desarrollo de investigación



Fuente: autora

IV. Presentación y análisis de los resultados

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.

1) Resultados de la aplicación de la Prueba diagnóstica

Los resultados generales de la prueba mostraron 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. Los resultados de la prueba diagnóstica permitieron diseñar una actividad de carácter remedial la cual se muestra en la tabla N° 6. Esta actividad se realizó durante todo el semestre.

Tabla N° 6

ESTRATEGIAS PROPUESTAS EN BASE A LA PRUEBA DIAGNOSTICA	
PRUEBA DIAGNOSTICA	<p>Guía de ejercicios resueltos y propuestos. Justificación: esta estrategia propicia la práctica constante de los tópicos relacionados con el tema de derivación en una variable. Basado en 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. Teoría conductista del aprendizaje: reglas de derivación y aplicaciones.</p>
	<p>Ubicación de aplicaciones económicas de la derivada Justificación: esta estrategia estimula el aprendizaje significativo, promoviendo la aplicación de los conceptos adquiridos en contextos económicos. Basado en: 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>Quiz en línea Justificación: esta estrategia permite hacer seguimiento a distancia de las actividades de los estudiantes y chequear sus conocimientos. Basado en: 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>

Fuente: autora

Producto del análisis de los resultados de las encuestas 1, 2 y 3 aplicadas a los estudiantes, se diseñaron las estrategias didácticas a implementar:

2) Resultados de la aplicación del cuestionario n° 1

Una vez administrado el cuestionario n°1, se procesaron y analizaron los datos respectivos, 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.

En base a los resultados obtenidos a través del **cuestionario nº 1 (actitud hacia las matemáticas)**, aplicado al inicio del semestre (en la segunda semana de clases-f ebrero 2009) , se escogieron las estrategias que se muestran en la tabla N° 7

Tabla N° 7

ESTRATEGIAS PROPUESTAS EN BASE A LA ENCUESTA	
1.Actitud hacia las matemáticas	
DIMENSIÓN	ESTRATEGIAS
AFECTIVIDAD	<p>Video de motivación. Justificación: esta estrategia estimula la motivación hacia el estudio de la temática. Basado en: estímulo al estudio, vencer barreras y miedos, visión gráfica de los problemas a fin de buscarle solución. Familiarización con el contenido.</p>
	<p>Creación de un grupo Yahoo Justificación: esta estrategia estimula la participación en las actividades del grupo. Basado en: 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>Foro de bienvenida Justificación: esta estrategia permite afrontar la “distancia” tratando de conocer a su compañero y compartiendo sus expectativas. Basado en la interacción con el contexto social y cultural, y que es una actividad distribuida (De Corte)</p>
	<p>Foro de novedades (cafetín) Justificación: esta estrategia permite “acercar” a los miembros del grupo y compartir otras conversaciones y materiales. Basado en 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>Diseño de un BLOG sobre tópicos económicos Justificación: le permite compartir conocimientos matemáticos con aplicación en el ámbito económico. Basado en la significancia de los contenidos, haciéndolos relevantes (aprendizaje significativo). Construcción de redes sociales de apoyo y aporte de conocimientos.</p>

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

Fuente: autora

3) Resultados del cuestionario nº 2. Actitud hacia el tema de las Derivadas.

Una vez administrado el cuestionario nº 2, se procesaron y analizaron los datos, 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 señalan 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 mostró un gran interés en realizar las actividades diseñadas. La motivación para hacerlas varía desde la simple realización de una asignación, hasta el comprender el material. Sienten que su dedicación al estudio de la asignatura no es suficiente y que requieren de un 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 tienen claro el concepto de Regla de la Cadena que es el que permite hallar la derivada parcial de una 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 términos de conceptos.

• **Trabajo colaborativo:** La gran mayoría está ganando para trabajar en forma colaborativa. Manifiestan que les agrada trabajar en grupo. Se reconocen dentro del equipo y asumen su 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.

A partir de los resultados obtenidos a través del **cuestionario nº 2 (actitud hacia las derivadas parciales)**, y el **cuestionario nº 3 (procesos metacognitivos empleados por los alumnos y trabajo colaborativo)** aplicados antes del segundo parcial, se diseñaron las estrategias que se muestran en la tabla N° 8

Tabla N° 8

ESTRATEGIAS PROPUESTAS EN BASE A LA ENCUESTA 02.	
Actitud hacia las derivadas parciales. Procesos metacognitivos. Trabajo colaborativo	
DIMENSIÓN	ESTRATEGIAS
AFECTIVIDAD	<p>Las mismas descritas para la ENCUESTA 01: Video de motivación. Creación de un grupo Yahoo Foro de bienvenida Foro de novedades (cafetín)</p>
APLICABILIDAD	<p>Búsqueda de información sobre las aplicaciones económicas de las derivadas parciales Justificación: 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>
	<p>Resolución de ejercicios económicos Justificación: 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.</p>
	<p>Ubicación de aplicaciones económicas de las derivadas en otras áreas del conocimiento y asociadas a la economía Justificación: a fin de hacer significativo el aprendizaje de los contenidos, ubicándolo en su contexto</p>
HABILIDAD	<p>Elaboración de ejercicios programados Justificación: permite desarrollar competencias en el tema específico de derivación parcial de funciones compuestas e implícitas.</p>
METACOGNICION	<p>Elaboración del esquema de resolución de un ejercicio en forma colaborativa (Mapa mental) Justificación: le permite al estudiante diseñar la estrategia de resolución de ejercicios, Basado en 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.</p>
APREDIAJE COLABORATIVO	<p>Actividad colaborativa: resolución de ejercicios para compartir con el grupo Justificación: permite validar el aprendizaje, favorece el desarrollo de procesos metacognitivos y reafirma la confianza del estudiante</p>
	<p>Análisis de la actividad Justificación: 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.</p>

4) Resultados del cuestionario nº 3. Procesos metacognitivos

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 que 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 prácticas (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.

5) Valoración final de la experiencia, Resultados de la aplicación del cuestionario nº 4 para la valoración global de la experiencia una vez finalizado el semestre

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: problemas al inicio del semestre con la obtención y validación de la clave de acceso, conectividad, debido a las frecuentes caídas del servidor, dificultades para incorporarse al grupo Yahoo y 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.

6) Resultados de los parciales del Tema II: Regla de la cadena e implícita de funciones de varias variables

Segundo Parcial: en la tabla N° 9 que sigue a continuación se muestra el resumen correspondiente a los resultados obtenidos en semestres anteriores en el Parcial que evalúa los temas referidos a la derivación de funciones compuestas y las funciones implícitas en varias variables.

Tabla N° 9

Resumen de resultados obtenidos en el segundo parcial durante el lapso comprendido entre 2005 y 2008

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 al final del semestre en el que se llevó a cabo esta investigación (2009) y en el que se aplicaron las estrategias didácticas seleccionadas haciendo uso de las TIC, se muestran en la tabla N° 10 que aparece a continuación:

Tabla N° 10
Resultados del Rendimiento estudiantil al final del semestre en el que se llevó a cabo la experiencia didáctica

SECCIONES EN LINEA	N° de alumnos	PROMEDIO	N° APROBADOS (%)	N° APLAZADOS (%)
23 y 24	32	8.35 +/- 3.24	14 (43.75%)	18 (56,25)

Fuente: Autora

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, a saber: 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.

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 estaba planteado como un objetivo de este trabajo de investigación, si comparamos los resultados obtenidos por los alumnos que solo asistieron a clases presenciales con los que estudiaron 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.

A través de las encuestas realizadas, los estudiantes manifestaron su aceptación de la innovación que consistió en el desarrollo de esta actividad académica en la modalidad a distancia. En tal sentido, afirmaron sentirse cómodos con el curso, además de sentirse acompañados a lo largo del semestre en todas las actividades realizadas.

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. Asimismo se logró –de acuerdo con lo que manifestaron los estudiantes- un mayor acercamiento a la asignatura, puesto que de acuerdo a sus testimonios, muchos vencieron algunas barreras motivacionales y de resistencia natural a la materia, manifestando haber mejorado la forma de afrontar los ejercicios, al igual que, la manera como enfrentan los conceptos del cálculo que de algún modo dificultaban su comprensión.

La evaluación de la experiencia didáctica en línea que aquí se presenta, 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. Por lo que se recomienda el diseño e implantación

de experiencias similares en el proceso enseñanza y aprendizaje de otros tópicos relacionados con la matemática en todos los niveles de la asignatura que se dictan en la carrera.

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*. 2 (2). Recuperado de <http://www.iiisci.org/Journal/RISCI/> en 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. (1991). *Para pensar mejor. Desarrollo de la creatividad a través de los procesos matemáticos*. Madrid: Pirámide.
- Miratía O. y 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. y García, R. (1982). *Psicogénesis e Historia de la Ciencia.*, México: Ed. Siglo XXI.
- Piaget, J., Inhelder, B. (1975): *Psicología del niño*. Madrid: Ediciones Morata, 6ª edición.
- Pozo, J.I. y Monereo, C. (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.