

Investigaciones Researches



METODOLOGÍAS UTILIZADAS EN LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA DERIVADA: INFLUENCIA EN EL RENDIMIENTO DE LA ASIGNATURA “MATEMÁTICA FINANCIERA”¹

William Oswaldo Flores López² & María Jesús Salinas Portugal³

Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Nicaraguense. Uraccan. Nueva Guinea-Nicaragua

Fecha de recepción: Octubre 1, 2012

Fecha de aceptación: Noviembre 5, 2012

RESUMEN

Esta investigación describe la metodología que utilizan profesores de universidad en la enseñanza- aprendizaje de la derivada a estudiantes de Administración de Empresa, y cómo esta metodología de enseñanza-aprendizaje influye en el rendimiento de la asignatura “Matemática Financiera”. Se trata de un estudio en el que participaron profesores de matemática; los datos fueron obtenidos a través de un cuestionario y entrevista abierta dirigida a los profesores de Matemática, además de una encuesta que se le suministró al alumnado en las que se les solicitó información relacionada a los procesos metodológicos en el aula. El análisis se desarrolló en función de las redes sistémicas, y los resultados muestran que existen diferencias significativas a la hora de abordar el contenido, a favor de los alumnos a los que les impartió clases el profesor que enseña la derivada en el contexto-social de la carrera de Administración Empresa, obteniendo peores notas el alumnado al que le impartió clases el profesor que aborda el contenido de la derivada en una línea tradicional.

Palabras Clave: Metodología, Administración de Empresas, contexto-social, rendimiento, enseñanza-aprendizaje de la derivada, Matemática Financiera.

METHODOLOGIES USED IN THE TEACHING AND LEARNING OF THE DERIVATIVE: INFLUENCE ON THE PERFORMANCE OF THE SUBJECT “FINANCIAL MATHEMATICS”

ABSTRACT

This research describes the methodology used by university professors in teaching and learning of the Derivative Business Administration students, and how this teaching-learning influences the performance of the subject “Financial Mathematics”. This is study in which mathematics teachers, data were obtained through a questionnaire and open interview for professors of mathematics, and a survey that was provided to students in which they requested information related to the methodological processes in the classroom. The analysis was developed based on the systemic networks, and the results show significant differences when addressing the content in favor of students who were taught by the teacher who taught in the context Derivative-social Company management career, getting lower grades students from the teacher that address the content of the Derivative in a traditional line.

Keywords: Methodology, Business Administration, social-context, performance, teaching and learning of the Derivative, Financial Mathematics.

¹ Investigación realizada sobre el “Estudio de dos metodologías utilizada en la enseñanza-aprendizaje de la derivada a estudiantes de administración de empresa: Influencia en el rendimiento de la asignatura “Matemática Financiera”.

² Máster en Investigación en Didácticas de las Ciencias Experimentales y Matemática, Profesor de Matemáticas, Oficial de Programa de la Dirección de Cooperación Externa de la URACCAN. william.flores@uraccan.edu.ni

³ Doctora en Investigación en Didácticas de las Matemáticas, Profesora Titular de la Escuela Universitaria de la Universidad de Santiago de Compostela, España. mjesus.salinas@usc.es

INTRODUCCIÓN

Los procesos de enseñanza-aprendizaje de la Derivada, en Nicaragua, comienzan en la Universidad con sus normas y prioridades y en ese contexto universitario se determinan cuáles son los conocimientos matemáticos que deben aprender los estudiantes y como deben hacerlos, la enseñanza de la Derivada se realiza a través de profesores que tienen sus propias ideas y la forma de enseñarla, considerando procedimientos modernos basados en la utilización del concepto de la Derivada, como una herramienta que se aplica en la dirección de una empresa, como un instrumento que ayuda al desarrollo de la producción social, del progreso científico técnico, que permite explicar las relaciones de mayor complejidad, que alcanzan los nexos económicos en la economía regional, nacional e internacional, por lo tanto métodos matemáticos permiten hallar la solución óptima a muchos problemas económicos.

Lo dicho anteriormente abrió las pautas para estudiar la metodología que utiliza el profesor de matemáticas en la enseñanza-aprendizaje de la Derivada, además de averiguar que si una enseñanza basada en las aplicaciones de la Derivada en el contexto-social de la carrera de Administración de Empresas influye positivamente en el rendimiento académico de la asignatura de Matemática Financiera que implica el conocimiento del concepto de la Derivada.

A partir de esto, entre las investigaciones más importantes focalizadas en la enseñanza-aprendizaje de la Derivada que permitieron centrar este estudio, están: Azcárate (1990), Azcárate y otros (1996), Cajaraville (1996), Font (2000), Tall (1991), Asiala y otros (1996), Asiala y otros (1997), Baker y otros (2000), y, Clark y otros (1997). Sobre este mismo tópico, se encuentran reseñados otros trabajos de investigación, cuyas lecturas posibles permitieron entender, visualizar y contrastar los aportes que han hecho, de los cuales remarcan los siguientes aspectos más importantes seguidos por:

Selden (1994), Orton (1983), entre varios autores, han documentado que las y los estudiantes pueden

resolver exitosamente problemas rutinarios de cálculo y que la dificultad de las y los estudiantes es la resolución de problemas no rutinarios. Algunos creen que estas dificultades son debidas a la débil visión conceptual que tienen del concepto función; además de que el aprendizaje ordinario y la reorganización del conocimiento algunas veces incorporan construcciones matemáticas incorrectas que se arraigan durante un largo periodo de tiempo.

Generalmente, se ha considerado que la habilidad de visualizar en matemáticas puede ser beneficiosa, pero Aspinwall, Shaw y Presmeg (1997), informaron sobre un estudiante cuya habilidad para pensar sobre un problema estaba obstaculizada por la imagen incorrecta de la gráfica de un modelo prototipo. El estudiante había construido una imagen de una función polinómica de segundo grado teniendo asíntotas verticales. Sin embargo, paralelamente afirmaba que el dominio de la misma son todos los números reales. Esta imagen errónea le causaba problemas al tener que dibujar el gráfico de la función derivada como si fuera una función cúbica, puesto que este dibujo de la función cuadrática entra en conflicto con el conocimiento analítico que tiene el estudiante de la derivada de una función cuadrática que debería ser una línea recta. Además, se demostró que dicho estudiante, durante el proceso de la investigación, no puede controlar su imagen mental que continua interfiriendo en su pensamiento sobre la función derivada.

Amit y Vinner (1990); Asiala y otros (1997), expresan que algunos estudiantes igualan la derivada con la ecuación de la recta tangente a la gráfica de la función en un punto dado. Ferrini Mundy y Graham (1994), discutieron en detalle sobre el deseo que muestran algunos estudiantes por encontrar la ecuación para una función representada gráficamente antes de hallar el gráfico de su derivada. Cajaraville (1996) en un estudio con alumnos preuniversitarios encontró que dichos alumnos confunden función continua en un punto y función derivable en un punto.

Asiala y otros (1997), en su estudio sobre la comprensión gráfica del concepto de derivada, opinan

que la mayoría de las y los estudiantes despliegan una comprensión razonable de la relación entre pendiente de la tangente y la derivada en un punto. Thompson (1994), informó sobre un experimento de enseñanza donde involucró imágenes de razones cambios y comprensión del teorema fundamental del cálculo. Los participantes del estudio eran estudiantes universitarios en la facultad de matemáticas y graduados de la misma facultad. Este autor observó que los estudiantes tenían concepciones débiles de las razones de cambio, relativo al significado de la derivada, que llevaron a dificultades en la comprensión de la integración. Su definición de imágenes, fue la base de análisis de la comprensión de los estudiantes de la derivada y la integración, encontrando que los estudiantes tenían dificultad en la conceptualización de la derivada como una función que ella misma denota una razón de cambio.

La comprensión de las propiedades funcionales hacia el aprendizaje del cálculo también ha sido estudiada. En su artículo describiendo la visión de crecimiento orientado de la función como objeto Slavit (1997), comentó que sus estudiantes no encuentran algunas propiedades funcionales, como por ejemplo, cúspide, hasta que alcanzan los cursos de cálculo que ellos diseñan. Para estos estudiantes la interiorización de las propiedades de la función es limitada por las clases de funciones que ellos han estudiando. Slavit en este artículo, llama la atención hacia una investigación futura sobre el rol de las funciones en los cursos de cálculo.

Orton (1983), observó que los estudiantes tienen representaciones adecuadas sobre la diferenciación en tareas rutinarias, pero en cambio tuvieron intuiciones pequeñas o deficiente comprensión del concepto derivada. También mencionó que las dificultades que tienen los estudiantes con la interpretación gráfica de la derivada, puede ocurrir en el caso de la línea recta, y no sólo con curvas más complicadas; e igualmente, muchos estudiantes alrededor del 20% de su estudio confundieron la derivada en un punto con la ordenada, es decir, con el valor de "y" segunda coordenada del punto tangencia.

Eisenberg (1992), citado en Asiala y otros (1997), y Vinner (1989), el primero explicó que los estudiantes evitan la visualización y concluyó, al igual que Vinner (1989), que los estudiantes exhiben una dependencia y necesidad por el uso de expresiones algebraicas (fórmulas) cuando tratan con el concepto de función (función derivada). Asiala y otros (1997), mencionaron los resultados de las representaciones de los estudiantes sobre conceptos básicos de cálculo; aproximación al límite, derivada, integrales definidas vía suma Riemann, informaron que los estudios sugieren que la experiencia de programar, la cual incluye el escribir en un lenguaje de ordenar códigos sobre conceptos básicos del cálculo, pueden tener un efecto profundo sobre la comprensión conceptual de los estudiantes de dicho concepto; eso comparándolo con estudiantes que han seguido un curso con clases tradicionales.

Asiala y otros (1996), también informaron que los resultados encontrados por Tufte (1990) son paralelos con los resultados positivos que ellos encontraron al comparar estudiantes que habían recibido una enseñanza tradicional. Señalan que el análisis que realizaron es para promover la comprensión de la naturaleza de este efecto positivo, en términos de las construcciones mentales cuando se escriben programas.

En relación a esto, Gutiérrez en el año 1991, distingue un trabajo en Didáctica de la Matemática:

Actividad que realizan la mayoría de los investigadores, que consiste en estudiar alguna parcela de la enseñanza o el aprendizaje de la Matemática, haciendo un análisis de los procesos de aprendizaje de los estudiantes, sus formas de comprensión de conceptos o las dificultades que encuentran, desarrollar métodos de enseñanza. (Gutiérrez, 1991, pp. 149-194).

En este sentido Schoenfeld (2001) sostendría que algunas de las contribuciones fundamentales de la investigación en educación matemática son las siguientes:

Perspectivas teóricas para comprender el pensamiento, el aprendizaje y la enseñanza. Descripciones de aspectos de la cognición. Pruebas de existencia (evidencia de casos en los que los estudiantes pueden aprender a resolver problemas, inducción, teoría de grupos; evidencia de la viabilidad de varios tipos de instrucción). Descripciones de consecuencias (positivas y negativas) de varias formas de instrucción (pp. 221-236).

La investigación se enmarca en lo señalado por Gutiérrez y aporta elementos señalados por Schoenfeld. Es por lo que, se estableció como objetivo general: Analizar las metodologías que utilizan dos profesores de matemáticas en la enseñanza-aprendizaje de la Derivada con las y los estudiantes de Administración de Empresas en la Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Nicaragüense, y este objetivo general se concreta en los siguientes objetivos específicos:

Identificar la metodología utilizada en la enseñanza-aprendizaje de la Derivada que influye en el rendimiento de la asignatura de Matemática Financiera. Conocer el punto de vista del profesor sobre el tema de la derivada como parte del contenido de los programas de las carreras en estudio. Analizar la estructura que el profesor usa para desarrollar el tema de las aplicaciones de la derivada. Examinar los procedimientos de evaluación que desarrollan el profesor de matemática en la enseñanza-aprendizaje de la Derivada y de qué manera la relacionan entre el contenido que se enseña y el contenido evaluado. Evaluar las diferencias entre los procesos docente y discente del profesor en el concepto concreto de la derivada y la posible implementación de elementos innovadores al respecto.

METODOLOGÍA

Tipo de Estudio: La metodología empleada en este estudio es de naturaleza descriptiva, pues se quiere ahondar en los aspectos del profesor, su relación con las técnicas, métodos, estrategias que utilizan en el proceso de enseñanza-aprendizaje

de la Derivada en las carreras de Administración de Empresas.

El objetivo general del estudio es “estudiar dos metodologías utilizadas en la enseñanza-aprendizaje de la Derivada con las y los estudiantes de Administración de Empresas y su influencia en el rendimiento de la asignatura de Matemática Financiera que implica el conocimiento del concepto de la Derivada” algunos aspectos del pensamiento del profesor con profundidad y detalle, en un intervalo de tiempo relativamente corto, y su verdadero potencial radica en su capacidad para generar hipótesis y descubrimientos, en centrar su interés en un individuo o situación y en su flexibilidad y aplicabilidad a situaciones naturales (Latorre 1996, p. 26).

Participantes: Se estudió el rendimiento de los alumnos de la carrera de Administración de Empresa de la Universidad de URACCAN en la asignatura Matemática Financiera al finalizar el curso 2010-2011. Estos alumnos habían cursado, anteriormente, la asignatura de matemática Aplicada I que incluye, por primera vez, el estudio de la Derivada. A una parte de los alumnos le impartió clases el profesor “A”, en cuya metodología se contemplan las aplicaciones de la derivada en el contexto social de la carrera de Administración de Empresa y, a la otra parte le impartió clases el profesor “B” que no utiliza las aplicaciones de la derivada en el contexto social de la carrera citada anteriormente.

Técnicas e instrumentos: Para conseguir los objetivos propuestos se construyeron un cuestionario y una entrevista, ambos destinados a cada uno de los profesores objeto de estudio. También se realizó una encuesta a los estudiantes y se solicitó al departamento de registro académico las calificaciones para completar la información y poder triangular los resultados.

Procesamiento y análisis de la Información: La reconstrucción y descripción del estudio se logra gracias a la integración de los datos obtenidos a

través de diversas técnicas de recolección incorporadas en el marco metodológico. Por lo que, para representar los datos aportados en un cuestionario y una entrevista, se decidió hacer uso de las redes sistémicas donde Bliss (1983), establece que a través de este análisis permite dar una determinada estructura a los datos obtenidos en cada respuesta del profesor participante. Además, las redes sistémicas permiten estructurar los datos recogidos de acuerdo con una categorización establecida por los investigadores, que es resultado de las necesidades u objetivos de la investigación (p. 91).

El procesamiento de la encuesta que se dirigió a las y los estudiantes se realizó a través de análisis estadístico descriptivo utilizando el software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), así como el uso de programas ofimáticos. En relación al análisis de cuadros se tomaron los datos idénticos de los mismos para que la información fuera veraz y objetiva y que los resultados de la investigación no tuviera sesgo alguno.

RESULTADOS

Los datos a partir de los que se ha elaborado este informe son los recogidos de cuestionarios, entrevistas y encuestas, con el propósito de analizar las principales metodologías que utilizan dos profesores de matemáticas en la enseñanza-aprendizaje de la Derivada a estudiantes de Administración de Empresa.

La influencia del rendimiento de la asignatura de Matemática Financiera que implica el conocimiento de la Derivada

Se obtuvo el rendimiento de los alumnos de la carrera de Administración de Empresas en la asignatura de Matemática Financiera a través del resultado de sus calificaciones. Se dividió a los alumnos en dos grupos: grupo A los alumnos que habían cursado la asignatura Matemática Aplicada I con el profesor A; grupo B los alumnos que habían cursado dicha asignatura con el profesor B. Recordamos que en la metodología del profesor A se contemplan las aplicaciones de la derivada en el contexto social de la carrera de Administración de Empresa, mientras que el profesor B no utiliza dicha aplicación.

La media de las calificaciones de los estudiantes se puede ver en la tabla IV.1:

Se puede ver que la media en el rendimiento de los alumnos del grupo A es mayor que la media de los alumnos del grupo B. En cuanto a las desviaciones típicas, en general los estudiantes del grupo A se agrupa en 10.8, lo que supone una variabilidad elevada con respecto al grupo B que es de 8.2, es decir los grupos no son homogéneos respecto al rendimiento a la asignatura de Matemática Financiera. Para ver si esta diferencia es significativa se aplicó un ANOVA, cuyos resultados se presentan en la tabla IV.2:

Tabla IV.1: Análisis de la Nota Media y de la Desviación típica del rendimiento Matemática Financiera.

| Grupos de Administración de Empresas | Número Estudiantes | Nota media | Desviación típica |
|--------------------------------------|--------------------|------------|-------------------|
| Grupo A | 16 | 66 | 10.8 |
| Grupo B | 16 | 54 | 8.2 |

Tabla IV.2: Análisis de la varianza del rendimiento Matemática Financiera

| ANOVA | | | | | |
|---|-------------------|----|------------------|--------|------|
| ¿Cuál fue su rendimiento en la asignatura de Matemática Financiera? | | | | | |
| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
| Inter-grupos | 1262,531 | 1 | 1262,531 | 12,899 | ,001 |
| Intra-grupos | 2936,438 | 31 | 97,881 | | |
| Total | 4198,969 | 32 | | | |

Como puede observarse en el análisis de la varianza (ANOVA), el valor de F es significativo para $\alpha = 0,05$ ya que $p = 0,001$ menor que α . Por lo tanto, podemos afirmar el grupo A tiene mejores resultados en la asignatura de Matemática Financiera que el grupo B.

Podíamos pensar que las causas de estas diferencias estuvieran en la metodología empleada por el profesor A como más motivadora que la que utiliza el profesor B, sin embargo, para Johnson (1985) la motivación para aprender consta de muchos elementos entre los que se incluyen: planificación, concentración en la meta, conciencia metacognoscitiva de lo que se pretende aprender y como se pretende aprenderlo, búsqueda activa de una nueva información, percepciones claras de la retroalimentación, elogio y satisfacción por el logro y ninguna ansiedad al fracaso o temor al fracaso. Lorenzo (2002, p. 157) añade “ya que el nivel de motivación está relacionado con el grado de comprensión de las y los estudiantes, este manejo de elementos motivacionales no depende solo de la elección de la estrategia que utilizará la o él docente, sino también con la forma en que éste es presentado a las y los estudiantes”.

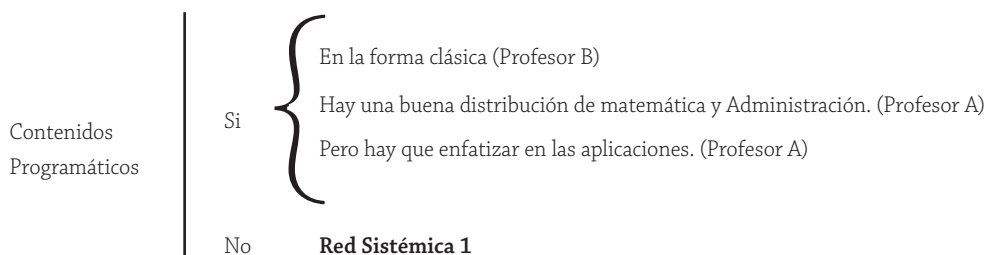
La derivada como parte del contenido de los programas de la carrera en estudio

Respecto a la importancia de la derivada en los contenidos de curso de Matemática Aplicada, para la carrera de Administración de Empresas, se relaciona con las siguientes categorías: herramientas para resolver problemas, objeto mediador cognitivo y en motivador para el análisis e interpretación en modelos, por otra parte se ha explorado la adecuación de los contenidos en los programas

específicamente, la Derivada, por lo tanto las categorías resultante fueron si y no, pero en la primera surgieron tres subcategorías que se puede apreciar en la red sistémica correspondiente.

Partiendo de estas dos opiniones de los profesores, se puede expresar que consideran importante el estudio de la Derivada como objeto mediador cognitivo. Este gran peso que le dan los profesores de matemática a la Derivada en los contenidos programáticos, por el hecho de ver la derivada como una herramienta a la hora de resolver problemas matemáticos y económicos, se aborda desde distintos enfoques: el profesor “B” no profundiza en el conocimiento del contenido de la parte económica que está relacionado con el contexto-social de la carrera de Administración de Empresas, utilizando un conocimiento de la Derivada como un objeto matemático para el análisis de situaciones económicas representadas en modelos matemáticos, por ejemplo como se debe determinar el costo de producción de producto a partir de un modelo matemático. Por otra parte, el profesor “A” resalta la importancia de la Derivada en el currículum de las carreras de Administración de Empresa como una herramienta para el análisis e interpretación de los modelos tantos económicos como matemáticos.

La relación que pueda tener un concepto (derivada) en un contexto-social (Administración de Empresas) la señala Bromme (1998) refiriéndose al conocimiento profesional del profesor, metaconocimiento, que define el marco en el que se valoran los propios conocimientos y su relación profesional. Se resalta en este caso la profesión del profesor (Matemático), pero también la profesión en que se están formando las y los estudiantes (Administración de Empresa).



La estructura que el profesor usa para desarrollar el tema de las aplicaciones de la Derivada

El profesor A, desarrolla el tema de la Derivada utilizando el análisis marginal, la razón de cambio relativa y porcentual y la función de consumo; relaciona la Derivada con grafica de funciones y optimización, así mismo los problemas de utilidad, costos, demandas de consumidores, eficiencia del trabajador, impuesto, máximos y mínimos. Por otra parte, el profesor B, inicia el tema de la Derivada, con la interpretación geométrica, utiliza la Derivada para determinar intervalos de crecimiento, puntos extremos, intervalos donde la gráfica de una función es cóncava hacia arriba y abajo.

En general, los profesores A y B, recurren siempre a las experiencias previas de las y los estudiantes, esto les permite promover un aprendizaje participativo desde el contexto-social de la carrera de Administración de Empresas. Utilizando los datos de la encuesta a los estudiantes, presentamos una tabla de contingencia con los resultados de los ítems: “Promueve un aprendizaje participativo en sus estudiantes” y “Recurre a las experiencias previas de los estudiantes ya sea en el ámbito académico o en la vida cotidiana”.

En relación con esto último las y los estudiantes de Administración de Empresa afirman que sus profesores, siempre recurren a estrategias de búsqueda de información previa a las clases por lo que

desarrollan clases que son participativas. Estos profesores utilizan las tecnologías de la información y comunicación en la temática de la Derivada, debido que estas son elementos innovadores en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas que les permiten visualizar elementos concretos de la Derivada. Por otra parte, el uso de la geometría como mecanismo de enseñanza de la Derivada es una herramienta esencial en este proceso de enseñanza.

Procedimiento de evaluación que desarrolla el profesor de matemática en la enseñanza-aprendizaje de la Derivada y la relación del contenido que enseña y el contenido evaluado

En este orden construimos las siguientes categorías mencionadas por los profesores de matemática:

I. *Enfoque predominante de la evaluación y su correspondencia con los procesos innovadores de la Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Nicaragüense.*

Los profesores A y B apuntan a los siguientes enfoques que utilizan durante el proceso evaluativo, encontramos los más usuales en la evaluación diagnóstica:

1. Aplica la Evaluación diagnóstica puntual.
2. Aplica diferentes procedimientos en la Evaluación diagnóstica puntual.

Tabla 3. Contingencia entre promueve el aprendizaje y la experiencia previas de los estudiantes.

| Tabla de contingencia Promueve un aprendizaje participativo en sus estudiantes. * Recurre a las experiencias previas de los estudiantes ya sea en el ámbito académico o en la vida cotidiana. | | | | | | |
|---|----------------|---|--------------|----------------|------------|-------|
| | | Recurre a las experiencias previas de los estudiantes ya sea en el ámbito académico o en la vida cotidiana. | | | | Total |
| | | Siempre | Generalmente | Ocasionalmente | Casi Nunca | |
| Promueve un aprendizaje participativo en sus estudiantes. | Siempre | 9 | 2 | 3 | 1 | 15 |
| | Generalmente | 3 | 4 | 0 | 0 | 7 |
| | Ocasionalmente | 1 | 3 | 2 | 3 | 9 |
| | Casi Nunca | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Total | | 13 | 9 | 5 | 5 | 32 |

3. Las actividades de la evaluación diagnóstica puntual, están en correspondencia a los objetivos del currículo de la carrera.

Tomando en cuenta estos elementos de evaluación, se aprecia que los profesores A y B toman en cuenta la evaluación diagnóstica puntual al inicio, durante y al finalizar su clases, como un referente para lograr objetivos propuestos. Se aprecia que los profesores A y B registran los presaberes de los estudiantes, al hacer preguntas claves o generadoras de conceptos e ideas varias sobre un determinado tema o interrogante de una tarea asignada. Así mismo los profesores de matemática toman en cuenta los resultados de la evaluación diagnóstica; presentan algunas alternativas o medidas para mejorar el aprendizaje del estudiante, facilitando la comprensión del tema de clase a desarrollar.

En este sentido, dentro de la diagnosis, los profesores A y B de matemática toman en cuenta la participación de las y los estudiantes en el transcurso de los diferentes momentos del aprendizaje, se flexibiliza a partir de su percepción, toma en cuenta el tiempo y posibles dificultades del mismo, afirman que es útil antes de pasar al nuevo tema esclarecer posibles dudas, es válido que exista una correspondencia y pertinencia de las fases de la diagnosis durante el transcurso de la etapa del proceso de aprendizaje.

En cuanto al aspecto cualitativo de la evaluación, los profesores A y B afirman que hoy en día el carácter innovador es imprescindible en todo proceso de enseñanza-aprendizaje y que el profesor de matemáticas, además de ser facilitador del conocimiento, debe valorar la participación y desempeño del estudiante en el aula de clase, de aquí se deduce que el docente evalúa a través de la observación llevando un registro de participación o desempeño.

II. Adecuación de las técnicas e instrumentos aplicados a la evaluación de los aprendizajes.

En todo proceso educativo la retroalimentación del docente es transversal para presentar alternativas de mejora así como un indicador sobre su desempeño en

la transmisión del conocimiento, por ende registran las observaciones significativas de los estudiantes en relación a sus experiencias de aprendizaje.

La particularidad de la forma de evaluación que se aplica en la Universidad, permite al docente contrastar los resultados de las experiencias de aprendizaje con el desempeño personal, valorando su esfuerzo, cumplimiento y calidad de las asignaciones. De acuerdo con lo observado, los profesores A y B valoran el trabajo del estudiante y están en la constante actualización educativa.

III. Utilización de los resultados de la evaluación y monitoreo del aprendizaje para la toma de decisiones.

Ambos profesores afirman que durante el desarrollo de una actividad evaluativa plantean situaciones de choques cognitivos entre los estudiantes para tomar en cuenta los aspectos cognoscitivos, procedimentales y actitudinales. Los resultados de esta experiencia son muy formativos y tendrán influencia en la toma de decisiones en el aula. Los dos profesores practican esta fase de evaluación.

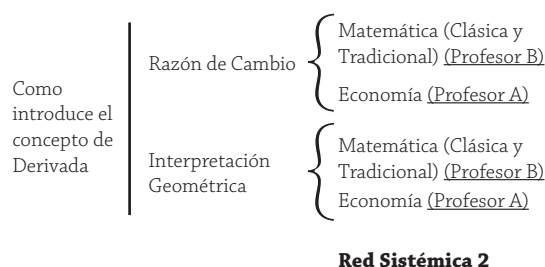
Los profesores reflejan que, las autoevaluaciones deberán ser aplicadas, no sólo por los estudiantes, sino que también por el profesor sobre su práctica educativa. En el caso del profesor A, propone que es importante que las y los estudiantes participen en su valoración y juicio objetivo y en algunos casos autoevaluarse; esto permite hacer partícipe al estudiante durante esta fase. El profesor B, da importancia a concientizar a los estudiantes de que la evaluación es para mejorar, no para castigar, regular a la vez los aprendizajes y su carácter interactivo requiere establecer un buen sistema de comunicaciones entre ellos y los docentes.

Las diferencias entre los procesos discente y docente del proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto concreto de la Derivada y la posible implementación de elementos innovadores al respecto

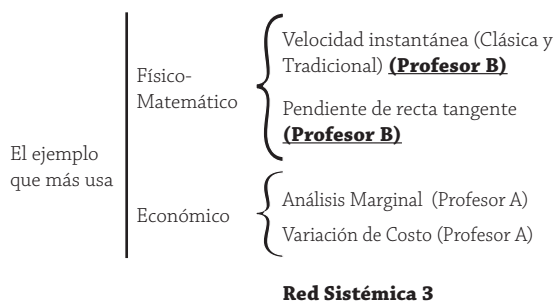
Las categorías que surgen por parte de los profesores (A y B) de matemática, cuando se les pregunta

acerca de la introducción del concepto de Derivada y de la interpretación que hacen sobre de ella para llegar propiamente al concepto, son las que sugieren los programas oficiales: razón de cambio e interpretación geométrica. Por otra parte, ningún profesor habló sobre propuestas alternativas o no tradicionales para la enseñanza de la Derivada en el campo que nos ocupa, por ejemplo a través de la utilidad marginal (Arya y Lardner, 1987) o del impuesto marginal (Wonnacott, 1983).

La anterior situación podemos verla en la Red Sistémica 2:



Respecto a la aplicación que usan para introducir la derivada, las categorías resultantes fueron matemáticas y no económicas, como se ilustra en la red siguiente:



Razón de Cambio: El hecho de que el profesor elija la razón de cambio para introducir el objeto Derivada se debe principalmente a dos aspectos. Por una parte, a que se contempla en los programas oficiales, tanto de las carreras involucradas en este trabajo como de aquellas en las que se formaron los propios docentes; en consecuencia, el profesor, en su papel discente, llegó al concepto por esa misma vía. Por otra, al papel que juega la historia de las matemáticas en este caso:

El **Profesor B** afirma que introduce la razón de cambio y pendiente con un enfoque puramente matemático o más bien físico; mientras que el **Profesor A**, dice que se tiene que hacer hincapié en la definición de la derivada como razón de cambio, pero siempre vinculando este concepto con el análisis marginal (costo marginal, ingreso marginal, entre otros).

Interpretación geométrica: La justificación por la que el profesor de matemáticas escoge la interpretación geométrica para introducir el concepto de derivada no difiere en nada de lo dicho con respecto a la razón de cambio. El **profesor B**, opina que prefiere utilizar la interpretación geométrica. Considerando la baja calidad de los aprendizajes matemáticos que poseen los estudiantes y el hecho de que sus conocimientos más “próximos” y “frescos” provienen de Matemáticas undécimo grado, parece más accesible e ilustrativa esa interpretación que es la tradicional, la pendiente de la recta tangente a la curva en un punto. Por otra parte, el **profesor A**, manifiesta que le parece muy importante la interpretación geométrica, unida a la explicación conceptual del término a nivel del contexto-social de la carrera de Administración de Empresas, para entender y visualizar los procesos que suceden.

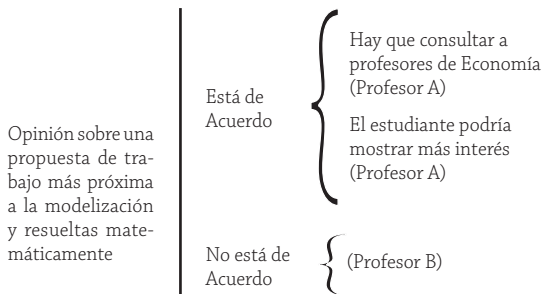
Sobre el análisis de las argumentaciones proporcionadas por los profesores de matemática, podemos concluir, entre otras cosas, que no hay unificación de las concepciones entre los profesores para introducir la noción de derivada.

Se puede decir que el profesor B, se mantiene en una línea tradicional sobre la enseñanza de la Derivada, mientras que el profesor A, tiene la idea de introducir la Derivada de manera que se pueda relacionar el concepto matemático con el contexto-social de la carrera de Administración de Empresas.

Respecto a la segunda parte de la pregunta, que está asociada con el ejemplo para introducir el concepto de Derivada en la carrera de Administración de Empresas, las conclusiones del análisis indican que el **profesor B**, al enseñar el concepto de derivada, le dan un fuerte peso al contexto matemático en sí,

descuidando su relación con la Administración de Empresas, mientras que el **profesor A**, contextualiza las situaciones reales de las y los estudiantes de Administración de Empresas.

Cuando se pide a los profesores participantes que den su opinión acerca de una propuesta de trabajo más próxima a la identificación de situaciones reales que puedan ser modelizadas y resueltas matemáticamente, las categorías obtenidas son las que surgen de manera natural en una pregunta de esta índole: sí está de acuerdo y no está de acuerdo. En este sentido, las respuestas fueron las que exponemos en la siguiente red sistémica:



Red Sistémica 4

En general, los profesores A y B ofrecen pocos argumentos para poder concluir sobre el conocimiento profesional, de los estudiantes de administración de empresa en el tema que aborda esta pregunta. La sencillez y poca profundidad de las opiniones únicamente nos permite hablar de conocimiento en el contexto de estudio en una forma superficial. No obstante, debemos destacar que el Profesor A considere oportuna la participación de los docentes que pertenecen al área de ciencias económicas.

CONCLUSIONES

El proceso de enseñanza-aprendizaje de la Derivada en el contexto-social de la carrera de Administración de Empresa, es determinante en la asignatura de Matemática Financiera. La metodología que utilizan los profesores de matemáticas ante la enseñanza-aprendizaje de la Derivada en estudiantes de Administración de Empresas, su desarrollo y atención en el aula ha sido el objetivo general

de esta investigación. A continuación exponemos nuestras conclusiones y algunas ideas para seguir la investigación.

Sobre la influencia del rendimiento de la asignatura de Matemática Financiera, que implica el conocimiento de la Derivada mencionares que:

- En general los profesores creen que el contenido del tema dentro del currículo de la carrera de Administración de Empresa, es el adecuado y le otorgan una aceptación de la manera como tratan el tema durante sus propios estudios. El rendimiento académico de las y los estudiantes, al comparar su promedio del grupo A y B de sus calificaciones en la asignatura de la Matemática Financiera, el grupo B sufre un decremento con respecto al grupo A, lo que permite concluir que existe la necesidad de brindar alternativas de apoyo y orientación educativa a los alumnos durante ésta fase académica. Con respecto a esto los profesores proponen estrategias y herramientas metodológicas y tecnológicas que se adapten al contexto-social de la carrera de Administración de Empresas.

- El profesor B, sigue utilizando una metodología tradicional para enseñar el concepto de la Derivada basada en aspectos fisicomatemáticos o geométricos, descartando alternativas innovadoras relacionadas con el contexto-social de la carrera de Administración de Empresas; mientras que el profesor A, mantiene una línea de instrucción transformadora del concepto de Derivada, a través de un esquema relacionando con las aplicaciones que viven los estudiantes en su carrera permitiendo un mejor desarrollo en el contenido.

- El progreso del contenido de la Derivada y sus aplicaciones en el contexto-social de la carrera de Administración de Empresas, el profesor B, los orienta a resolver ejercicios más que a resolver problemas. El profesor A, los orienta a resolver problemas de la Economía los cuales se relacionan en la vida cotidiana de los y las estudiantes. Por otra parte, los contenidos pro-

gramáticos de las y los docentes son semejantes, pero el contenido lo abordan desde otro punto de vista de la ciencia específica.

Acerca de la estructura, procedimiento metodológicos y de evaluación que el profesor utiliza para desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Derivada, resaltan los siguientes aspectos:

- El amplio y sólido conocimiento matemático de los profesores de matemática. Sin embargo, su conocimiento relacionado con la profesión docente, es decir, que ayude al estudiante, es basado de manera empírica, los libros de textos y su propia experiencia, esto pone al descubierto en carencia de formación didáctica, aplicada a la Derivada. Por otra parte cuando los profesores mencionan las aplicaciones de la Derivada a la economía, utilizan los términos económicos pero afirman que el dominio de estos contenidos es por su propio auto-estudio.
- En materia de estrategias innovadoras de enseñanza, se resalta las tecnologías de la información y comunicación como herramientas didácticas, en este sentido afirman que utilizan el campus virtual, para realizar tutorías y algunos programas con los que han desarrollado actividades. Otro aspecto importante que mencionar es que el profesor B, se mantiene impartiendo el curso de Matemática Aplicada I, en las carreras de ingeniería y ciencias administrativas, por lo que unifica programas, obviando la diferenciación entre materias afines de diferentes carreras.
- Se aprecia de manera considerable la influencia del proceso de enseñanza-aprendizaje que vivió cada profesor, como estudiante al abordar el tema de la derivada con sus estudiantes. Por lo general el profesor B, reproduce la misma metodología de trabajo que surgieron en su etapa de estudiante, rechazando metodologías alternativas, mientras que el profesor A busca metodologías que se involucran en el contexto-social de la carrera de Administración de Empresas.

- Se detectan algunas carencias didácticas relacionadas con el contexto-social donde se desarrollan los estudiantes, por un lado, la convivencia de un intercambio de experiencias didácticas entre profesores, por otro, algún tipo de formación didáctica y conceptual relacionada con el contenido económico. En cuanto al conocimiento del contenido económico es parcial, y tiene mucha influencia en el rendimiento de las y los estudiantes.
- Sobre las estrategias de evaluación que realiza el profesor B, se inclina a una evaluación mas al contenido matemático, mientras que el profesor A, hace más hincapié en una evaluación aplicada, es decir, el conocimiento matemático resuelve problemas económicos que están en el contexto-social de la carrera de Administración de Empresas.

REFERENCIAS

- Amit, M. y Vinner, S. (1990). *Some misconception in calculus: Anecdotes of the tip of the iceberg?* In Booker, G. et al. (Eds.): *Proceeding of the 14th International Conference for the Psychology of Mathematics Education*, 1, pp 3-10. Oaxtepec, Mexico: CINVESTAV.
- Asiala, M., Brown, A., DeVries, D. J., Dubinsky, E., Mathews, D. y Thomas, K. (1996). *A Framework for Research and Curriculum Development in Undergraduate Mathematics Education. Research in Collegiate Mathematics Education*. 2, pp. 1-32.
- Asiala, M. Cottrill, J. Dubinsky, E. & Schwingendorf, K. (1997). *The development of student's graphical understanding of the derivate. Journal of Mathematical Behavior* 16 (4), 399-431.
- Aspinwall, L., Shaw, K. L. y Presmeg, N. C. (1997). *Uncontrollable mental imagery: Graphical connections between a function and its derivate*. *Educational Studies in Mathematics*, 33, pp, 301-317.
- Arya, J. y Lardner, R. (1987). *Matemáticas aplicadas a la administración y la economía*. México. Prentice Hall.
- Azcárate, C. (1990). *La velocidad: introducción al concepto de derivada*. Tesis de doctorado, Universitat Autònoma de Barcelona.

- Azcárate, C., Casadevall, M., Casellas, E. y Bosch, D. (1996). *Cálculo diferencial e integral*. Madrid: Síntesis.
- Baker, B., Cooley, L. y Trigueros, M. (2000). *A Calculus graphing Schema*. Journal for Research in Mathematics Education. Vol. 31, pp. 1-23.
- Bliss, J., Monk, M. y Ogborn, J. (1983). *Qualitative data analysis for educational research*. A guide to uses of systemics networks. Canberra, Australia: Croom Helm Ltd.
- Broome, R. (1988). *Conocimiento profesional de los profesores*. *Enseñanza de las Ciencias* 6 (1), 19-29.
- Cajaraville J. A. (1996). *Evaluación del significado del Cálculo Diferencial para estudiantes preuniversitarios. Su evolución como consecuencia de una Ingeniería Didáctica alternativa*. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.
- Clark, J., Cordero, F. Cottrill, J., Czarnocha, B., DeVries, D., St. John, D., Tolia, G. y Vidaković, D. (1997). *Constructing a schema: The case of the chain rule?* *Journal of Mathematical Behavior*. 16, pp. 345-364.
- Font, V. (2000). *Procediments per obtenir expressions simbòliques a partir de gràfiques*. Aplicacions a la derivada. Tesis de doctorado no publicada, Universitat de Barcelona.
- Gutiérrez, A. (1991). *La investigación en Didáctica de las Matemáticas, en Área de Conocimiento: Didáctica de la Matemática* (Gutiérrez, A., ed.), Editorial Síntesis, Madrid, pp. 149-194.
- Johnson, M. (1981). *Definitions and models in Curriculum Theory*. En Giroux, H., Penna, A., y Pinnar, W., (Eds.). *Curriculum and instruction*. Berkeley. MacCutchan. pp. 69-89.
- Latorre, A.; Del Rincón, D. y Arnal, J. (1996). *Bases metodológicas de la investigación educativa*. Barcelona, España.
- Lorenzo, F. (2002). *Incidencia de los factores afectivos en la elección de estrategias de aprendizaje y uso de una L2*. *Estudios de Lingüística Inglesa Aplicada*, 3, 157-173.
- Niss, M. (1995). “*Las matemáticas en la sociedad*” en UNO. *Revista de didáctica de las matemáticas*. 6. pp 45-57.
- Selden J. (1994). *Event good calculus can't solve non-routine problems*. In Kaput, J. and Dubinsky, E. (Eds). *Research issues in undergraduate mathematics learning*, MAA notes 33, pp. 31-45. Washington, DC: Mathematical Association of America.
- Schoenfeld, A. (2001). *Purposes and methods of research in Mathematics Education, en The Teaching and Learning of Mathematics at University Level: An ICMI Study* (Holton, D., ed.), Kluwer Academic Publishers, Netherlands, pp. 221-236.
- Slavit, D. (1997). *An alternative route to the rectification of function*. *Educational Studies in Mathematics*, 33, pp. 259-281.
- Tall, D. (1991). *Advanced Mathematical Thinking and the Computer*. En Tall, D. (ed). *Advanced Mathematical Thinking*. Dordrecht/ Boston/London. Kluwer Academic Publisher, pp. 231-243.
- Thompson, P (1994). *Images of rate and operational understandi of the fundamental theorem of calculus*. *Educational Studies in Mathematics*, 26, pp. 229-274.
- Vinner, S. (1989). *The Avoidance of Visual Considerations in Calculus Students. Focus on Learning Problems in Mathematics*, 11, pp. 149-156.
- Wonnacott, T. (1983). *Aplicaciones del cálculo diferencial e integral*. México: Limusa.