

# Propuesta de innovación educativa bajo los lineamientos del proyecto Innova Cesal para optimizar los procesos de enseñanza-aprendizaje en la asignatura Cálculo I

Jorge Villamizar Morales



Proyecto cofinanciado por la Unión Europea



Proyecto coordinado por la Universidad Veracruzana, México

2010

---



Proyecto cofinanciado  
por la Unión Europea



Universidad Veracruzana

Proyecto coordinado  
por la Universidad Veracruzana,  
México

«La presente publicación ha sido elaborada con la asistencia de la Unión Europea. El contenido de la misma es responsabilidad exclusiva de los autores y en ningún caso refleja los puntos de vista de la Unión Europea».

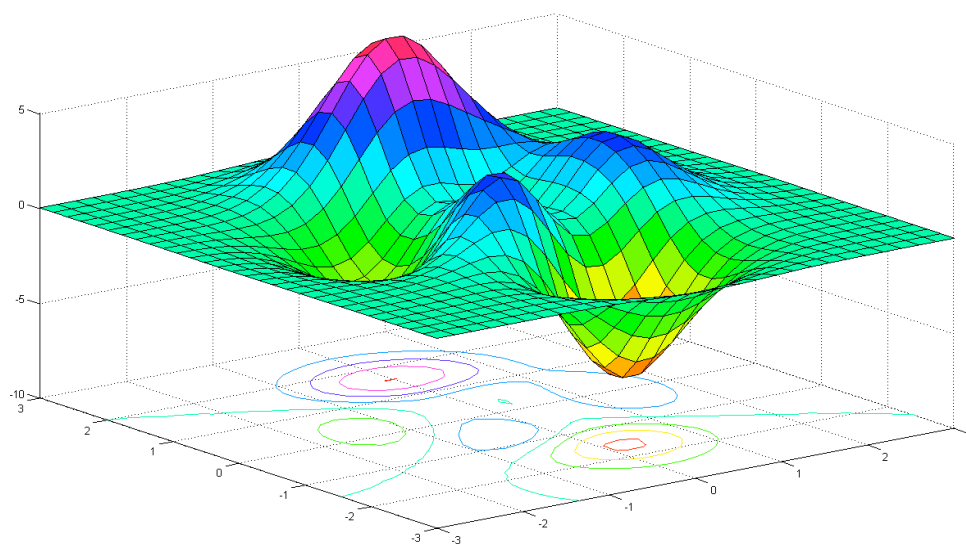


Esta obra está bajo la licencia de Reconocimiento-No comercial – Sin trabajos derivados 2.5 de Creative Commons. Puede copiarla, distribuirla y comunicarla públicamente, siempre que indique su autor y la cita bibliográfica; no la utilice para fines comerciales; y no haga con ella obra derivada.

# Propuesta de innovación educativa bajo los lineamientos del proyecto Innova Cesal para optimizar los procesos de enseñanza-aprendizaje en la asignatura Cálculo I

*Jorge Villamizar Morales*

*Enero de 2010*



## 1. Definición de la asignatura: Cálculo I

Programas oferentes: Ingenierías, Licenciatura en Matemáticas, Matemáticas, Física y Química.

Nivel: primer semestre

Tiempo de Acompañamiento Directo (TA): 4 horas semanales

Tiempo de Estudio Independiente (TI): 8 horas semanales

Número de semanas por semestre: 16 semanas equivalentes a 64 horas TA.

## 2. La situación educativa de la intervención

La Universidad Industrial de Santander (UIS) cuenta con 62 años de existencia y atiende una población aproximada de veinte mil estudiantes. Es una institución de educación superior estatal y autónoma, financiada por el Estado, comprometida con la defensa de un estado social y democrático de derecho y de derechos humanos y la proposición de políticas públicas que garanticen el acceso de la población a condiciones de vida digna. Posee un campus principal ubicado en Bucaramanga y cuenta con cuatro sedes en las provincias del departamento de Santander a saber: Barbosa, Barrancabermeja, Socorro y Málaga.

La UIS es actor principal del desarrollo económico, social y cultural de la región y ejemplo de democracia, convivencia, autonomía y libertad responsable. Es lugar de consulta sobre las tendencias y desarrollos en el campo de las ciencias, los avances tecnológicos, las necesidades y oportunidades del mundo del trabajo y los deseos de bienestar de la comunidad.

La UIS ofrece formación en áreas y niveles tecnológicos, en programas de pregrado y posgrado y cuenta con cinco facultades (Ingenierías Físico-Mecánicas, Ingenierías Físico-Químicas, Salud, Ciencias Humanas y Ciencias), además del Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Ofrece 31 programas de pregrado, 26 especializaciones, 9 especializaciones médico-quirúrgicas, 20 maestrías y 4 doctorados, en diferentes disciplinas, es considerada una de las cinco universidades líderes del país y la primera en la región santandereana. En la Facultad de Ciencias Humanas se desarrollan cuatro programas de pregrado de formación docente y en la Facultad de Ciencias se ofrece uno.

La Universidad Industrial de Santander es una organización que tiene como propósito la formación de personas de alta calidad ética, política y profesional; la generación y adecuación de conocimientos; la conservación y reinterpretación de la cultura y la participación activa liderando procesos de cambio por el progreso y mejor calidad de vida de la comunidad. Orientan su misión los principios democráticos, la reflexión crítica, el ejercicio libre de la cátedra, el trabajo interdisciplinario y la relación con el mundo externo. Sustenta su trabajo en las cualidades humanas de las personas que la integran, en la capacidad laboral de sus empleados, en la excelencia académica de sus profesores y en el compromiso de la comunidad universitaria con los propósitos institucionales y la construcción de una cultura de vida.

## 3. Problemática a resolver

El problema que ha perseverado a través del tiempo en esta asignatura es el elevado número de estudiantes que la reprueban, lo cual genera a su vez una repitencia considerable, que en algunos casos se prolonga por más de dos semestres. Las probables hipótesis o razones por las cuales se presenta esta alta reprobación pudieran ser:

- a. **Deficiencias en los pre-saberes de los estudiantes:** las bases requeridas para el abordaje y comprensión de los temas de la asignatura, no han sido vistos o han sido poco estudiados o se han estudiado pero no han sido comprendidos por los estudiantes en su formación como bachilleres y por tanto se detectan vacíos en el aprendizaje de los mismos.
- b. **Ubicación de la asignatura dentro del plan de estudios:** está en el primer semestre del ciclo básico, asignatura requisito en la línea de los cálculos, situación que un gran número de estudiantes desconoce y por tanto le resta la importancia que la misma tiene en su formación profesional y todo asociado a una falta de disciplina y hábitos de estudio apropiados.
- c. **Tamaño de los grupos:** Cursos con 40 estudiantes en los cuales se dificulta la posibilidad de realizar un acompañamiento personalizado así como la realización de actividades de refuerzo y seguimiento de aquellos estudiantes que empiezan a presentar dificultades desde la primera evaluación.

- d. **Metodología empleada:** En la metodología implementada por el docente, prevalecen las clases teóricas magistrales, poco se desarrollan otras alternativas para el estudiante como el trabajo en grupo, uso de TICs. El docente imparte a sus estudiantes todos los contenidos que debe aprender y éstos a su vez son reticentes a desarrollar el hábito de formar parte activa de su proceso de aprendizaje.
- e. **Evaluación de la asignatura:** Cuatro exámenes teóricos que constituyen el mayor porcentaje de la nota final y en algunos casos el porcentaje restante se obtiene de pruebas cortas denominadas quiz y de resolución de talleres o trabajos extra clase.
- f. **Plan de estudio por objetivos:** Tradicionalmente el programa de la asignatura ha sido formulado por objetivos, por lo tanto este enfoque es el que trabajan los profesores con sus estudiantes. En evidencia, más adelante se puede ver el programa de matemáticas que se basa en objetivos.

#### 4. Evidencias de la problemática.

Históricamente y desde la óptica éxito \ fracaso, el proceso de enseñanza -aprendizaje de la asignatura Cálculo I ha tenido un comportamiento similar, esto es, la cantidad de estudiantes que toman el curso y lo pierden aparte de alta se ha mantenido a través del tiempo, como se puede evidenciar en las tablas que a continuación se muestran, corroborando lo antes expresado.

#### Cancelaciones 2008-II

El % de cancelaciones corresponde a la proporción de estudiantes matriculados que suspendieron una asignatura o curso.

ASIGNATURA	Código de la Asignatura	No. Estudiantes Matriculados	No. Estudiantes que Cancelaron	% Estudiantes que cancelaron
TEORIA DE CONJUNTOS	20267	36	21	58,33%
ALGEBRA LINEAL II	23272	263	115	43,73%
DIDACTICA DE LA PROBABILIDA	24445	11	4	36,36%
SEMINARIO V EPISTEMOLOGIA E	20307	28	9	32,14%
MATEMATICA ECONOMICA II	20258	74	23	31,08%
MATEMATICA ECONOMICA III	20259	60	18	30,00%
CALCULO I	20252	1542	451	29,25%
MATEMATICAS DISCRETAS	22954	91	22	24,18%
ALGEBRA LINEAL I	22979	1063	248	23,33%
ALGEBRA MODERNA II	20269	13	3	23,08%
DIDACTICA DE LA ARITMETICA	24443	14	3	21,43%
GEOMETRIA EUCLIDIANA	20273	114	24	21,05%
ESTADISTICA BASICA	20260	78	16	20,51%
DIDACTICA DE LA GEOMETRIA Y	24461	20	4	20,00%
OTRAS ASIGNATURAS		3740	544	14,55%
<b>TOTAL</b>		<b>7147</b>	<b>1505</b>	<b>21,06%</b>

Tomado de: Vicerrectoría Académica UIS. Noviembre de 2009.

## Pérdida 2008-II

El % de pérdida corresponde a la proporción de estudiantes que terminaron pero que no aprobaron una asignatura o curso.

ASIGNATURA	Código de la Asignatura	No. Estudiantes que terminaron	No. Estudiantes que Perdieron	% Estudiantes que Perdieron
MONOGRAFIA	20248	2	2	100,00%
SERV.SOC.EDUCAT.TRAB.GRAD I	22488	43	33	76,74%
TEORIA DE CONJUNTOS	20267	15	9	60,00%
GEOMETRIA EUCLIDIANA	20273	90	48	53,33%
ALGEBRA SUPERIOR	20265	117	61	52,14%
ALGEBRA LINEAL II	23272	148	76	51,35%
CALCULO I	20252	1091	501	45,92%
MATEMATICAS DISCRETAS	22954	69	27	39,13%
ALGEBRA LINEAL I	22979	815	305	37,42%
CALCULO III	20254	688	241	35,03%
CALCULO II	20253	885	299	33,79%

## Cupos desaprovechados 2008-II

El % de deserción corresponde a la proporción de estudiantes matriculados que cancelaron o perdieron una asignatura o curso.

ASIGNATURA	Código de la Asignatura	No. Estudiantes Matriculados	Cupos Desaprovechados	% Cupos Desaprovechados
MONOGRAFIA	20248	2	2	100,00%
TEORIA DE CONJUNTOS	20267	36	30	83,33%
SERV.SOC.EDUCAT.TRAB.GRAD I	22488	45	35	77,78%
ALGEBRA LINEAL II	23272	263	191	72,62%
GEOMETRIA EUCLIDIANA	20273	114	72	63,16%
CALCULO I	20252	1542	952	61,74%
ALGEBRA SUPERIOR	20265	143	87	60,84%
DIDACTICA DE LA PROBABILIDA	24445	11	6	54,55%
MATEMATICAS DISCRETAS	22954	91	49	53,85%
ALGEBRA LINEAL I	22979	1063	553	52,02%
MATEMATICA ECONOMICA III	20259	60	31	51,67%
MATEMATICA ECONOMICA II	20258	74	38	51,35%
CALCULO II	20253	1089	503	46,19%
CALCULO III	20254	816	369	45,22%

A continuación se presenta el programa de la asignatura, planteado por objetivos.



## CONTENIDO

## 1.3 CÁLCULO I

CÓDIGO	:	1411
HORAS SEMANA	:	4
CRÉDITOS	:	8
REQUISITOS	:	Matemáticas Básicas II

## OBJETIVOS

El curso de Cálculo I que ofrece la Escuela de Matemáticas de la UIS tiene como finalidad el estudio de la continuidad y la derivada de funciones reales, como también el de algunos conceptos previos como el de número real, funciones y límites. En concordancia con estos propósitos, se espera que los estudiantes que participan en el curso entiendan los principios básicos de la temática y manejen sus aspectos operativos.

En cuanto a los principios básicos, es importante que los estudiantes capten el concepto intuitivo de límite, velocidad instantánea y derivada como pendiente de una curva en un punto, y puedan establecer la necesidad de formalizar estos conceptos. Del manejo formal de dichos conceptos y sus interpretaciones geométricas se espera que el estudiante descubra las múltiples aplicaciones del cálculo diferencial. Así, los estudiantes deberán entender aspectos como los siguientes:

- Que las funciones reales son correspondencias entre números que algunas veces tienen una fórmula, pero otras no.
- Las definiciones formales de límite, continuidad y derivada. Las consecuencias más importantes de las funciones continuas en un intervalo, como el teorema de Bolzano, el teorema del valor intermedio, el teorema del máximo y el mínimo, etc. Un buen manejo de las reglas de derivación, incluyendo la definición. La relación entre funciones derivables y continuas.
- El significado de la regla de la cadena y sus implicaciones.
- El significado del teorema del valor medio y sus implicaciones para determinar intervalo de crecimiento y decrecimiento, puntos críticos y concavidad.

En los aspectos operativos los estudiantes deberán calcular límites, derivadas, saber manejar la regla de la cadena, hallar puntos críticos de funciones de una variable y resolver problemas de aplicaciones geométricas y problemas de máximos y mínimos y algunas aplicaciones físicas.



## CONTENIDO

### 1. Fundamentos

1. Los números reales como campo.
2. Los números reales como ordenado.
3. Axioma del extremo superior.
4. Valor absoluto.

### 2. Funciones de variable real y valor real

1. Conceptos básicos de función: definición. Dominio. Recorrido. Gráfica. Ejemplos.
2. Álgebra de funciones: suma, resta, multiplicación, división, composición de funciones. Ejemplos. Transformación de funciones.
3. Clasificación geométrica de las funciones: monótonas, acotadas.
4. Funciones inversas: definición. Interpretación geométrica. Funciones trigonométricas. Inversas.

### 3. Límites y continuidad

1. Límite de una función: noción intuitiva. Interpretación geométrica.
2. Propiedades de los límites.
3. Límite de una función: definición formal.
4. Continuidad: definición, propiedades. Teoremas de continuidad.

### 4. La derivada

1. Razón de cambio y derivada.
2. Reglas de derivación.
3. Derivada de funciones notables.
4. Regla de la cadena y derivación implícita.
5. Derivadas de orden superior.

### 5. Aplicaciones de la derivada

1. Diferenciales y aproximaciones lineales.
2. Razones de cambio relacionadas.
3. Teorema del valor medio.
4. Trazado de curvas: signo de la primera derivada. Concavidad y puntos de inflexión. Asíntotas y simetría. Máximos y mínimos.
5. Regla de L'Hôpital.
6. Teorema de Taylor de orden dos.

## METODOLOGÍA

Exposiciones del docente, con preguntas e intervenciones de los alumnos. El profesor puede o no usar un texto guía. Se recomienda en este caso, utilizar la clase para responder preguntas sobre la lectura y ejercicios previamente programados por el docente. Deben efectuarse mínimo tres evaluaciones, el profesor puede complementarlas con trabajos en casa y talleres.





## BIBLIOGRAFÍA

- [1] APOSTOL, Tom M. (1987). *Calculus*, Vol. I, Ed. Reverté, Colombia.
- [2] GUZMÁN, Gildardo (1994). *Curso Universitario de Cálculo I*, Notas de clase.
- [3] LARSON-HOSTETLER (1987). *Cálculo con Geometría Analítica*, Editorial McGraw-Hill, México.
- [4] LEITHOLD, L. (1987). *El Cálculo con Geometría Analítica*, 5° edición, Ed. Harla, México.
- [5] PURCELL, Edwin J. & VASBERG, D. (1992). *Cálculo con Geometría Analítica*, 6° ed., Editorial Prentice-Hall, México.
- [6] SWOKOVSKI, Earl W. (1989). *Cálculo con Geometría Analítica*, Grupo Editorial Iberoamericana, México.
- [7] STEIN, Sherman K. & BARCELLOS, A. (1995). *Cálculo y Geometría Analítica*, Vol.1, Editorial McGraw-Hill, Santafé de Bogotá.
- [8] SPIVAK, Michael (1975). *Calculus: Cálculo Infinitesimal*. Ed. Reverté, Santafé de Bogotá.
- [9] THOMAS & FINNEY (1987); *Cálculo con Geometría Analítica*, Vol. 1, Editorial Addison-Wesley.

## 5. Antecedentes de la propuesta

A continuación se presenta el proceso que antecede la innovación que se va a hacer en el aula y que se presentará posteriormente<sup>1</sup>. El proyecto que se desarrollo fue un primer ejercicio de transformación del currículo tradicional a un currículo bajo el enfoque de formación por competencias. Este enfoque implicó un repensar y un nuevo hacer de los programas de estudio existente de acuerdo con los intereses y necesidades de las políticas educativas actuales, las demandas de la sociedad y el mundo laboral actual.

El proyecto de grado se estructuró teniendo en cuenta las reglas y los principios metodológicos del análisis funcional al entorno académico, traslapando experiencias vividas desde el entorno laboral, al desarrollo e implementación de una estructura metodológica, orientada bajo la visión de las competencias, en programas de educación superior que buscan formar profesionales que logren desempeñarse competentemente.

A continuación se enuncian los productos que fueron desarrollados en este proyecto, los cuales son base para encaminar la nueva propuesta. En el Diagrama Secuencial de Actividades, veremos la competencia general del curso, que se espera logre el estudiante: "Modela situaciones del mundo real y predice su comportamiento mediante el estudio de sus variaciones", y para alcanzarla, se plantean las unidades de competencia, en las cuales se muestran las competencias cognitivas que también se espera alcancen;

adicional al DSA y a la tabla de competencias, pueden contemplarse la estructura modular, la planeación curricular y la guía de medios didácticos:

- ✓ *Unidades de Competencia*
- ✓ *Diagrama Secuencial de Actividades*
- ✓ *Tabla de Competencias*
- ✓ *Estructuración Modular*
- ✓ *Planeación Curricular*
- ✓ *Guía de medios didácticos*

Un primer paso de la metodología que fue implementada fue la identificación de las competencias, las cuales se obtuvieron, a partir de la desagregación de las unidades de competencia que conforman el Diagrama Secuencial de las Actividades de la asignatura. Es importante señalar que el Diagrama Secuencial de Actividades (DSA) es un mapa de la distribución y secuencialidad (ordenamiento lógico) del conocimiento teórico-práctico de la asignatura y se construye a partir de las unidades de competencia.

Dentro del proceso de identificación de competencias, se establece una competencia general (entendida como la habilidad cognitiva y la destreza que obtendrá el estudiante para su profesión) y unas competencias específicas que nacen de la competencia general y se organizan en el DSA de izquierda a derecha en el orden de lo general a lo particular. De izquierda a derecha, a través de las actividades de aprendizaje, se describe el “**cómo**” se logra el aprendizaje y de derecha a izquierda se responde al “**para qué**” del aprendizaje alcanzado.

Dentro del proceso de transformación del currículo, se desarrollará una Estructuración Modular que comprende Módulos, Unidades y Actividades de formación.

- *Módulos de formación: Área de conocimiento autónoma, con sentido propio que, al mismo tiempo, se articula con los demás módulos que integran el todo.*
- *Unidades de formación: Describen los componentes fundamentales que constituyen un área de conocimiento.*
- *Actividades de formación: Contienen los alcances que el docente define para el estudiante dentro de la unidad de formación.*

El último proceso que se desarrolla es la planeación curricular, en donde se determinan evidencias de aprendizaje (niveles de logro), a través de las cuales se identifican las acciones que el estudiante debe ser capaz de demostrar como resultado de su proceso de formación. Se plantean evidencias de tres tipos: Evidencias de conocimiento, evidencias de desempeño y evidencias de producto.

A cada una de las evidencias definidas se le asocia un conjunto de técnicas de evaluación, teniendo en cuenta el tipo de evidencia. Para la recolección de estas evidencias se desarrollaran y construirán una serie de instrumentos de evaluación, que soportarán la implementación y permitirán documentar el proceso.

De otra parte, la guía de medios didácticos es también un tipo de planificación que a diferencia de la etapa de planeación curricular, tiene la intencionalidad de analizar y justificar cuáles son los recursos digitales más pertinentes para apoyar el estudio de las distintas temáticas. La guía de medios didácticos debe ofrecer la visión del tipo de objeto de aprendizaje que se requiere para la asignatura, explicando qué llevará cada una de las lecciones que sean propuestas para éste, entendida una lección como un núcleo de conocimiento con sus recursos asociados. Hacen parte de la guía de medios didácticos los audios, los documentos soporte, los gráficos, las tablas, las animaciones, los videos y los aplicativos entre otros.

## 6. Planteamiento de la propuesta

A continuación se presenta la propuesta de innovación pedagógica de la asignatura Cálculo I, perteneciente al ciclo de formación básico de los programas de Ingeniería, Licenciatura en Matemáticas, Matemáticas, Física y Química de la Universidad Industrial de Santander. Esta propuesta busca desarrollar un proceso de intervención e innovación para el fomento del pensamiento complejo, a través de un enfoque de formación por competencias que integre las TICs adecuadas para el caso.

El origen del Cálculo se remonta a más de 2000 años, cuando los antiguos griegos intentaron resolver problemas como el de encontrar el área mediante el procedimiento del *método de exhaustión*, y aunque el Cálculo es una rama de la Matemática pura, también es importante señalar que tiene profundas raíces en problemas físicos y que gran parte de su fortaleza y belleza deriva de la cantidad de sus aplicaciones. Por tanto, el estudio del Cálculo I es considerado fundamental en la estructuración de conceptos que los dicentes luego tendrán que aplicar durante el desarrollo de las varias asignaturas del ciclo básico y de formación profesional de los programas antes mencionados. La asignatura Cálculo I está ubicada en el primer semestre de la malla curricular de los programas de Ingeniería, de la Licenciatura en Matemáticas, de Matemáticas, de Física y de Química, pertenece al ciclo básico y es requisito en la línea de los cálculos. La intensidad horaria de esta asignatura es de cuatro horas semanales de actividad con la participación del docente y los dicentes en un aula de clase y se espera que los estudiantes dediquen alrededor de ocho horas de actividad independiente por semana, algunas de ellas con la supervisión de un tutor. El total de semanas al semestre es de dieciséis, que se traducen en 64 horas de clase contacto directo. El número de estudiantes que matricularon el curso al inicio del segundo semestre de 2009 es de 1560 distribuidos en 39 grupos, ofrecidos en bloques de dos horas seguidas y en horarios desde las 6am hasta las 8pm.

Teniendo en cuenta la importancia antes señalada de esta asignatura y los antecedentes de éxito \ fracaso que se mantienen a través de los años, se propone un nuevo curso bajo un enfoque por competencias buscando la transformación o adaptación de los currículos y su práctica pedagógica. Además, un enfoque de formación por competencias y el modelo pedagógico de la UIS tienen en común el horizonte de formar para *el saber, el saber hacer y el ser*, lo que se traduce en formar estudiantes para que contribuyan idóneamente al progreso de la sociedad y el conocimiento, mostrando sus habilidades y destrezas de acuerdo con las características y las posibilidades que ofrecen los entornos que le rodean. También puede afirmarse que una Formación Basada en Competencias, debe entenderse como una oportunidad para reflexionar sobre el sentido y los compromisos con la formación integral de los estudiantes. Cada profesor podría construir conceptos y plantear estrategias, que sirvieran como aporte al claustro de profesores de la Escuela, ya que es en este escenario natural donde pueden debatirse las ideas para realizar diseñar currículos, programas y estrategias de cada asignatura que servirán como materia prima para el alcance de los logros y el desarrollo de las competencias previstas desde el perfil profesional de cada programa ofrecido.

El propósito que se busca entonces, es el de mejorar las competencias cognitivas y actitudinales de los estudiantes para que logren un mayor aprovechamiento de las asignaturas del ciclo básico y como valor agregado se espera disminuir la cantidad de estudiantes que no aprueban la asignatura.

En los productos que se presentaron en los antecedentes de la propuesta se pueden identificar competencias, especialmente de tipo cognitivo, además se hace fundamental indagar acerca de las competencias actitudinales que deben consolidar los estudiantes en esta asignatura, algunas de las cuales se mencionan a continuación.

- ✓ *Asumir con disciplina su formación tanto profesional como personal.*
- ✓ *Entregar puntualmente los trabajos asignados.*
- ✓ *Realizar las actividades individuales y de grupo que se proponen.*
- ✓ *Aceptar y corregir sus errores; y dar a otros los créditos correspondientes por sus contribuciones.*
- ✓ *Realizar aportes que contribuyen a la formación integral de los compañeros.*
- ✓ *Preparar las lecturas y las actividades previas.*

- ✓ *Participar colaborativamente en las actividades a desarrollar en los grupos de trabajo que se generan.*
- ✓ *Respetar los aportes de sus pares y las reglas adoptadas para el desarrollo de la actividad de clase.*

Por otra parte, a los estudiantes se les dará a conocer un documento denominado “Política de Clase” en el cual se plasmarán los lineamientos generales y específicos del desarrollo del curso, a través del semestre y las pautas sobre su compromiso con su formación, el respeto por sus compañeros y su compromiso ético con la sociedad.

Una vez establecidas las competencias a desarrollar en la asignatura, se diseñan los objetos de mediación que se utilizarán para lograr el desarrollo del pensamiento complejo y las competencias de esta asignatura. Un primer objeto de mediación podrían ser guías con las actividades a desarrollar durante la clase de tal forma que las mismas refuercen los conceptos expuestos y de estudio.

Cada guía contiene los propósitos de la actividad, las unidades de competencia que se abordaran, las competencias del saber y del hacer que los docentes deben desarrollar y las actividades que se deben desarrollar en clase. Las mismas pueden apuntar, aparte del saber específico, a la comprensión de los conceptos y en torno a aprender a leer y escribir matemáticamente.

Paralelamente a estas guías se desarrollarán unidades de aprendizaje de la asignatura, donde se incluirán las actuaciones esperadas de los estudiantes y el mediador, así como los objetos de mediación y las evidencias que deben ser demostradas por el estudiante. Como un ejemplo, en la [Tabla 2](#) se muestra la unidad de competencia sobre Optimización.

Teniendo en cuenta que esta propuesta metodológica tiene como norte las competencias que se espera alcancen los estudiantes, de acuerdo con la ubicación de la asignatura en la malla curricular y realizando la selección de unidades de competencia. Las unidades de competencia son descritas por la literatura y/o por los docentes e identificadas con un nombre específico, las cuales permiten consolidar un esquema estructural de la asignatura para lograr la delimitación del área de estudio y plantear un currículo que pueda responder a la internacionalización, es decir, que se enmarque lo visto en la asignatura de manera similar a lo propuesto por universidades de cualquier lugar del mundo.

Una manera de apoyar la puesta en marcha de la propuesta en el aula es utilizando el software “QUIZ”, el cual demandará la conformación de un grupo piloto de profesores con un coordinador definido, quienes se capacitarán no solo para la correcta utilización de “QUIZ” sino de la presente propuesta y el rol de su desempeño en la misma. Adicionalmente, se establecerá para los cursos que hagan parte del grupo piloto, que un porcentaje de la nota final será el correspondiente a las evaluaciones que se efectúen a través de “QUIZ”. Las evaluaciones corresponderán a una programación semestral que se aplicará en las mismas fechas para el grupo piloto.

Tabla 2.

UNIDAD DE COMPETENCIA		OPTIMIZACIÓN	
MODALIDAD DE LA COMPETENCIA	ACTUACIONES DEL ESTUDIANTE Y DEL MEDIADOR	OBJETOS DE MEDIACIÓN	EVIDENCIAS
COGNITIVAS  (SABER)	<p>1. Explica los conceptos apropiados para hallar los extremos relativos y los puntos críticos del dominio de una función.</p> <p>2. Argumenta la importancia de la derivada para encontrar los puntos de inflexión, los extremos locales y determinar la concavidad.</p> <p>3. Aplica la prueba criterio de la primera y segunda derivada.</p> <p>4. Justifica que el estudio de problemas de optimización es una de las aplicaciones más importantes del cálculo diferencial consistente en la determinación de valores máximos y mínimos.</p> <p>5. Elabora gráficas teniendo en cuenta para ello, las herramientas que brinda el cálculo diferencial.</p> <p>- Explica cómo influye el cálculo en la elaboración de gráficas sofisticadas y en particular como localizar los valores máximos y mínimos de funciones.</p> <p>- Muestra que la solución de problemas de optimización, es el escenario propicio para la aplicación de las unidades de competencia vistas en el curso</p>	<p>1. Plataforma Moodle.</p> <p>2. Guías de actividades de clase.</p> <p>3. Guías de actividades extra clase usando MatLab.</p> <p>4. Transparencias.</p> <p>5. Objetos de aprendizaje virtuales (simuladores, animaciones). Ver: <a href="http://torcaza.uis.edu.co:8080/bdtr/">http://torcaza.uis.edu.co:8080/bdtr/</a></p> <p>6. Banco de problemas virtual.</p> <p>7. Software "Quiz". Derivado del convenio marco de cooperación UIS-UPRM. Ver: <a href="http://quiz.uis.edu.co/">http://quiz.uis.edu.co/</a></p> <p>8. Enlaces de interés: portal del profesor, e-escen@ri, etc.</p> <p>9. Bibliografía</p> <p>-Calculus. Tom. M. Apostol. Vol 1. Edit. Reverté.</p> <p>-Cálculo diferencial e integral. N. Piskunov. Edit. MIR, 1977</p> <p>-Calculus, Cálculo Infinitesimal. Spivak Michael.</p> <p>Edit. Reverté. 1970.</p> <p>-Leithold</p> <p>-Purcell</p> <p>- Cálculo. Conceptos y Contextos. Stewart, James. Cuarta edición. Edit Thomson.- Cálculo. Vol.1. Larson-ostetter-Edwards. Edit.</p>	<p>a. Aplica a una función dada el teorema de los puntos críticos, el teorema de monotonía y el teorema de concavidad (1).</p> <p>b. Establece cuando una función derivable en un intervalo abierto, es cóncava o convexa (1).</p> <p>c. Halla los puntos de inflexión (2)</p> <p>d. Identifica y halla máximos locales, mínimos locales o extremos locales de una función dada utilizando la herramienta de la derivada (2).</p> <p>e. Determina a partir del criterio de la primera y segunda derivada los máximos o mínimos locales de una función continua en un intervalo (3).</p> <p>f. Resuelve problemas aplicados de la vida real mediante el uso de la teoría desarrollada a través del curso (4).</p> <p>g. Hace un dibujo o gráfico representativo del problema planteado y asigna variables para las cantidades importantes (4).</p> <p>h. Escribe una fórmula para la función objetivo que se pretende maximizar o minimizar, en términos de las variables definidas (4).</p> <p>i. Utiliza las condiciones del problema para expresar la función objetivo en términos de una sola variable (4)</p>
	APECTIVAS	<p>1. Participa proactivamente en trabajos de grupo, aportando y analizando diferentes opciones para la resolución de problemas y toma de decisiones.</p> <p>2. Respeta y valora los aportes de sus compañeros de clase. y acata el cumplimiento de las reglas adoptadas para el desarrollo de las actividades en clase.</p> <p>3. Realiza las actividades individuales y de grupo propuestas.</p> <p>4. Realiza aportes que contribuyen a la formación integral de los compañeros.</p> <p>- Propicia ambientes de tolerancia, respeto y entusiasmo para la construcción del proceso de aprendizaje.</p> <p>- Incentiva y valora la participación de los estudiantes.</p>	

UNIDAD DE COMPETENCIA	OPTIMIZACIÓN		
MODALIDAD DE LA COMPETENCIA	ACTUACIONES DEL ESTUDIANTE Y DEL MEDIADOR	OBJETOS DE MEDIACIÓN	EVIDENCIAS
<b>DEBER</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Asume su formación tanto profesional como personal.</li> <li>2. Entrega puntualmente los trabajos asignados.</li> <li>3. Acepta y corrige sus errores; y da a otros los créditos correspondientes por sus contribuciones.</li> <li>4. Lee previamente los aspectos fundamentales que se tratarán en la siguiente clase e intenta resolver problemas asignados y que también serán motivo de discusión grupal.</li> <li>5. Interviene en clase o en las horas de consulta para aclarar las dudas surgidas durante su proceso de estudio. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Presenta al inicio del curso, el calendario de las actividades previstas a desarrollar durante el semestre y lo actualiza oportunamente.</li> <li>- Promueve en los estudiantes el estudio y realización de las actividades extraclase.</li> <li>- Mantiene actualizada la información de los avances académicos de cada estudiante para su respectiva consulta personal a través de la red.</li> </ul> </li> </ol>		<ol style="list-style-type: none"> <li>j. Encuentra los puntos críticos (4).</li> <li>k. Sustituye los valores críticos en la función objetivo o utiliza los criterios de la primera y segunda derivada para determinar el máximo o el mínimo (4).</li> <li>l. Grafica funciones mediante el uso del cálculo (5).</li> <li>m. Localiza gráficamente puntos máximos locales, puntos mínimos locales, puntos de inflexión y determina con precisión dónde la función es creciente o decreciente y en dónde es cóncava o convexa (5).</li> <li>n. Analiza e interpreta la información obtenida en los gráficos obtenidos rigurosamente (5).</li> </ol>
<b>PODER</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desarrolla capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>2. Desarrolla capacidad de abstracción.</li> <li>3. Desarrolla pensamiento lógico- matemático.</li> <li>4. Propone cómo abordar la solución a problemas de optimización.</li> <li>5. Expone cómo solucionar un problema sin cálculo y cómo solucionarlo mediante el uso del cálculo. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analiza, diseña y presenta las actividades que deben desarrollarse dentro y fuera del aula de clase.</li> <li>- Presenta los objetos de mediación para que sean utilizados en el proceso.</li> <li>- Resume con los estudiantes la temática abordada en clase y especifica los aspectos que generan mayor dificultad en el proceso de aprendizaje de los estudiantes.</li> <li>- Presenta la temática a desarrollar en la siguiente clase y recuerda el trabajo previo a realizar.</li> </ul> </li> </ol>		

**PRAGMÁTICAS**

Todos los elementos descritos anteriormente, se pondrán en consonancia con el grupo piloto de profesores durante el semestre con la ejecución de un **“proyecto de aula”**, el cual consistirá en resolver un problema aplicado, a la ingeniería preferencialmente, en el que para su solución el estudiante contará con la información recibida en las clases de acompañamiento directo, la plataforma Moodle, el software QUIZ, una herramienta computacional de simulación y desarrollo como lo es MatLab y un juicioso trabajo investigativo. El trabajo se realizará en grupo y de acuerdo a una programación dada a conocer desde el principio del semestre, el estudiante conocerá las fechas de presentación de los reportes y de sustentación del mismo, que se ubica al final del semestre. Este proyecto al igual que el consolidado obtenido de “QUIZ” tendrán un peso considerable en la nota final, por ejemplo cada parte podría ser el 20%, lo que se traduce en que el 60% restante corresponderá al promedio de los exámenes parciales.

## **7. Incorporación de las Tecnologías de Información y Comunicación (TICs) en los procesos de enseñanza / aprendizaje**

Con la incursión de las Tecnologías de Información y Comunicación en los programas de formación, se ha planteado la transformación de formación basada en contenidos hacia conceptos de amplio espectro y de fortalecimiento de principios básicos, lo cual requiere de nuevas estrategias pedagógicas para el proceso de aprendizaje.

En la actividad pedagógica, las Tecnologías de Información y Comunicación ofrecen un amplio espectro de recursos que buscan facilitar el aprendizaje significativo y personalizado de conceptos complejos así como la construcción y confrontación de conocimientos en ambientes interactivos y dinámicos altamente llamativos.

Según Rosenberg<sup>1</sup>, existen tres criterios a tener en cuenta para lograr procesos de aprendizaje en la red:

- ✓ *Que se realice en red, lo que permite actualización, almacenaje, recuperación y distribución inmediata de contenidos y de información.*
- ✓ *Que se haga llegar al docente a través de un computador utilizando estándares tecnológicos de Internet.*
- ✓ *Que esté centrado en la más amplia visión de soluciones de aprendizaje que vayan más allá de los paradigmas tradicionales de la formación.*

Con relación a la incorporación de las TIC se proponen los siguientes puntos:

- ✓ *Establecimiento de una vía de comunicación permanente con los estudiantes a través de una plataforma virtual, en la cual se disponga de todos los materiales que se han de utilizar en el curso.*
- ✓ *Desarrollo de materiales de soporte de la asignatura por parte de los docentes y su ubicación en la plataforma.*
- ✓ *Revisión de herramientas de soporte para el proceso de aprendizaje desarrolladas en otras universidades para su utilización en línea por parte del estudiante.*
- ✓ *Desarrollo de objetos de aprendizaje para entornos virtuales que le permitan a los estudiantes realizar actividades de aprendizaje en línea sin la presencia de los docentes.*

Respecto al papel fundamental del profesor como orientador de una experiencia de enseñanza apoyada en TICs, puede afirmarse que debe ser un permanente motivador de la participación de sus estudiantes, debe además sugerir los posibles caminos para que el estudiante construya el

---

<sup>1</sup> Rosenberg, M.. *E-Learning: Strategies for delivering knowledge in the digital age*. New York:McGraw Hill

conocimiento y realice su proceso de aprendizaje, debe mantener un diálogo permanente con sus estudiantes y debe abrir los espacios para que ellos interactúen fácilmente. Sin embargo, para asumir esta clase de tareas el docente debe contar con un conocimiento profundo de la asignatura que orienta, conocer el manejo de los medios que utilizará (TICs) y, finalmente, tener conocimiento y dominio en el uso de estrategias de enseñanza para lograr en sus estudiantes un aprendizaje significativo mediante el uso de herramientas en línea.

Por su parte, el rol del estudiante, quien se ubica como protagonista de la experiencia de aprendizaje apoyada en TICs, exige que asuma ser protagonista de su propio aprendizaje con el firme propósito de participar activamente en las actividades propuestas, compartir información y realizar aportes que faciliten no solo su aprendizaje sino la de todo el grupo participante, así como de utilizar adecuadamente las herramientas y la información puesta a su disposición.

## 8. Acciones de seguimiento de la propuesta

- a. Comparación de resultados de nota final de los anteriores semestres, por ejemplo los últimos tres, con el semestre de inicio de la innovación.
- b. Comparación de resultados de las evaluaciones de los exámenes parciales de los anteriores semestres con el semestre donde se da inicio a la innovación.
- c. Comparación de resultados de aprobación del curso de otro docente que tiene un grupo con la misma asignatura con el grupo de estudiantes que aprueben el curso que esta recibiendo la estrategia de innovación propuesta.
- d. Tabular por exámenes y luego por grupos de preguntas, para evaluar los resultados obtenidos y realimentar la propuesta de innovación, sobre todo en los temas que presentaron bajas notas.
- e. Aplicación de encuesta entre estudiantes para conocer las percepciones de la implementación de la experiencia.
- f. Evaluación de un estudiante que presenta problemas a lo largo del semestre y que mediante las actividades de refuerzo presenta nuevas evaluaciones que permitan observar que logró alcanzar en su aprendizaje.
- g. Establecidos los logros que se proponen para el módulo, evaluarlos un año después, para conocer el porcentaje de estudiantes participantes en la propuesta que alcanzaron un aprendizaje significativo.

---

<sup>1</sup> La presente propuesta tiene como marco de referencia el proyecto de grado "Diseño instruccional basado en competencias mediado por Tecnologías de Información y Comunicación (TICs), para la asignatura Cálculo I y construcción de un objeto de aprendizaje relacionado con las actividades de la temática de funciones", el cual se enmarcó en el proyecto ProSPETIC (**Proyecto Soporte al Proceso Educativo UIS mediante Tecnologías de Información y Comunicación**), del cual surgió la metodología que se basa en el análisis funcional. Estos referentes son insumos para la propuesta de innovación que aquí se presenta.