



**UNIVERSIDAD DE SANCTI SPÍRITUS “JOSÉ MARTÍ PÉREZ”**

**FACULTAD DE CIENCIAS PEDAGÓGICAS**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NATURALES**

**EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL CÁLCULO DIFERENCIAL  
CON EL USO DE ASISTENTES MATEMÁTICOS EN LA CARRERA DE AGRONOMÍA**

**TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN AL GRADO CIENTÍFICO DE DOCTOR EN  
CIENCIAS PEDAGÓGICAS**

**AUTOR: MSc. Laudelino Modesto Solano Arias**

**Sancti Spíritus**

**2017**

**UNIVERSIDAD DE SANCTI SPÍRITUS “JOSÉ MARTÍ PÉREZ”**

**FACULTAD DE CIENCIAS PEDAGÓGICAS**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NATURALES**

**EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL CÁLCULO DIFERENCIAL CON  
EL USO DE ASISTENTES MATEMÁTICOS EN LA CARRERA DE AGRONOMÍA**

**TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN AL GRADO CIENTÍFICO DE DOCTOR EN  
CIENCIAS PEDAGÓGICAS**

**AUTOR: M Sc. Laudelino Modesto Solano Arias**

**TUTORES: Dr. C. Armando Manuel Boullosa Torrecilla**

**Dr. C. Fidel Cubillas Quintana**

**Sancti Spíritus**

**2017**

## AGRADECIMIENTOS

**El más especial**, para el Dr. C. Armando Manuel Boullosa Torrecilla, por confiar en mí desde el principio, por su constancia y dedicación como tutor de esta investigación, al igual que para el Dr. C. Fidel Cubillas Quintana, por compartir conmigo sus conocimientos para consolidar esta obra, por sus correcciones oportunas y por su bondad al brindarme su apoyo incondicional.

**Muchas gracias también a:** Mis compañeros de la SCMCSS: Dr. C Lidia Rosa Ríos, Dr. C. Luis Ramiro Piñero, Dr. C. Pastor Torres Lima, Dr. C. Tomás Crespo, Dr. C. Raquel Diéguez, Dr.C Aldo Ruiz Pérez, MSc Ricardo Rojas, MSc Víctor Almanza y MSc Carlos Sebrango. Sin su ayuda y amistad sincera, todo sería más difícil.

La Dr. C. María de los Ángeles García Valero, Dr. C. Tania Hernández Mayea, Dr.C. Raúl Ramón Siles Denis, Dr. C. Ramón Melanio Reigosa Lorenzo, Dr. C Martha Alfonso Nazco y Dr. C. Antonio Vicente Hernández Alegría, por sus acertados criterios al revisar la tesis y por su disposición a ayudarme.

Los compañeros de doctorado Dr. C. Juan Oliver, Dr. C. Vicente Fardales, Dr. C. Jorge Ríos Obregón, Dr. C. María del C. Echevarría y Dr. C Mislavvis Pérez Echemendía, con los cuales compartí momentos inolvidables.

A mi Jefa de Departamento, MSc Yini Santiesteban, y demás compañeros que me han servido también de estímulo y apoyo, especialmente al Dr. C Manuel Valle Fasco y Dr. C Martín Santana.

Mis compañeros incondicionales, con los cuales he tenido el privilegio de compartir largo tiempo: María Catalina, Ariel, Quero, Fonseca, Arley, Aurelio, Néstor y Marisol.

Mis nuevos colegas: Andel, Neisy, Daisy y en especial Ana Pérez Solano.

Un agradecimiento muy especial a mi eterno amigo Dr. C Pedro Server.

¡Gracias!

## **DEDICATORIA**

A mi esposa Yudisney Brito Mayea y mi hija Estefany Sofía, por ser inspiración y apoyo de todo este esfuerzo que he realizado para llegar hasta aquí.

A mis demás hijos y muy especialmente a Denis Kemel, quien ha sido mi copia fiel.

A mis estudiantes de Ingeniería de hoy, y a esos que a pesar de los años siguen reconociendo en mí a su profesor.

A mis primeros compañeros, los que conocí en el otrora Instituto Superior Pedagógico “Capitán Silverio Blanco Núñez”, por haber contribuido a mi formación con este espíritu y esta fe victoriosa en el futuro.

Para todos ellos va dedicado mi modesto trabajo...

## **SÍNTESIS**

La presente investigación propone una estrategia didáctica, para el proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial con el uso de asistentes matemáticos, en la carrera de Agronomía de la Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”. Para esta investigación se utilizan, métodos teóricos, empíricos y estadísticos-matemáticos, a partir del enfoque dialéctico-materialista de la ciencia. Se concretan los fundamentos teóricos y metodológicos, que sustentan el objeto de estudio y el campo de acción establecido. Como resultados figura la descripción del diagnóstico, que precisa las insuficiencias existentes, en el contexto de aplicación de la asignatura, con el tratamiento de los asistentes matemáticos. La estrategia se concibe para el tratamiento didáctico, con cuatro subtrayectorias, que expresan la secuencia de los elementos del contenido, las funciones del proceso de enseñanza-aprendizaje, con uso adecuado de los recursos temporales y tecnológicos necesarios. Se enfatiza en la trayectoria donde se explicita el uso de los asistentes matemáticos para el proceso con los elementos propios del conocimiento. La evaluación de la pertinencia y factibilidad de la estrategia didáctica, se realiza mediante la aplicación, del criterio de expertos, con buenos resultados. El análisis de los datos obtenidos durante el preexperimento permitió valorar las transformaciones logradas, corroborar la validez y efectividad de la estrategia didáctica, mediante su aplicación.

| <b>TABLA DE CONTENIDOS</b>  | <b>PÁG.</b> |
|---|-------------|
| INTRODUCCIÓN .....  | 1           |
| CAPÍTULO I. FUNDAMENTOS TÓRICOS DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-<br>APRENDIZAJE DEL CÁLCULO DIFERENCIAL CON EL USO DE ASISTENTES<br>MATEMÁTICOS.....   | 13          |
| 1.1 Tendencias históricas del proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial<br>en la carrera de Agronomía.....   | 13          |
| 1.2. El proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial con el uso de<br>asistentes matemáticos.....   | 30          |
| 1.3 Dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial en la<br>carrera de Agronomía de la Universidad de Sancti Spíritus .....  | 44          |
| CAPÍTULO II. DIAGNÓSTICO Y ESTRATEGIA DIDÁCTICA DEL PROCESO DE<br>ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL CÁLCULO DIFERENCIAL EN LA CARRERA DE<br>AGRONOMÍA.....  | 50          |
| 2.1 Diagnóstico del proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial en la<br>carrera de Agronomía .....  | 50          |
| 2.2. Fundamentos del modelo para la dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje<br>del Cálculo Diferencia con el uso de asistentes matemáticos.....   | 55          |
| 2.2.1- Modelo de la dinámica de contenidos básicos matemáticos con el uso de<br>Asistentes Matemáticos.....   | 57          |
| 2.3 Estrategia didáctica para el proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo<br>Diferencial con el uso de asistentes matemáticos en la Carrera de Agronomía en la<br>Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez” ..... | 66          |
| CAPÍTULO III. EVALUACIÓN DE LA PERTINENCIA CIENTÍFICO-METODOLÓGICA<br>DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN Y EJEPLIFICACION PRÁCTICA. ...  | 88          |
| 3.1. Valoración por criterio de expertos de la Estrategia Didáctica. ....   | 88          |
| 3.1.1 Selección de los expertos.....  | 89          |

|   |     |
|---|-----|
| 3.1.2 Determinación del coeficiente de competencia de cada miembro de la población escogida.....  | 90  |
| 3.1.3 Valoración de los resultados de la selección de los expertos.....   | 91  |
| 3.1.4. Conclusiones y criterios finales de la valoración de los expertos: .....   | 97  |
| 3.2. Evaluación de la estrategia didáctica mediante el preexperimento en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial en la carrera de Agronomía ..... | 98  |
| 3.2.1. Descripción de los resultados del pretest .....  | 99  |
| 3.2.2. Descripción de los resultados del postest .....  | 100 |
| 3.2.3. Valoración general de la aplicación de la estrategia.....  | 102 |
| CONCLUSIONES .....  | 116 |
| RECOMENDACIONES .....   | 118 |
| BIBLIOGRAFÍA .....  | 119 |
| ANEXOS DE LA TESIS .....  | 140 |

## **INTRODUCCIÓN**

Uno de los propósitos primordiales de la Educación Superior es desarrollar un proceso de formación del profesional fundamentado y consolidado científicamente, en un paradigma educativo productivo, creativo e innovador, de manera tal que, los profesionales, además de adquirir una sólida instrucción y educación, desplieguen las capacidades y potencialidades que les permitan convertirse en verdaderos creadores, transformadores, capaces de auto prepararse, de manera sistemática, durante toda la vida.

Entre las características de la sociedad contemporánea está el papel central del conocimiento en los procesos productivos, educativos y humanos, el cual presenta un crecimiento acelerado, mayor complejidad y tendencia a una rápida obsolescencia. En este contexto, más que nunca la universidad debe demostrar su pertinencia social como espacio promotor de los valores universales, de la difusión de la cultura y como generadora de nuevos conocimientos que garanticen el progreso social sostenible.

De ahí, la emergencia de justificar procesos con el objetivo de propiciar que los egresados universitarios lleguen a ser capaces de resolver los problemas presentados en su contexto de actuación de una manera responsable, crítica, flexible y con sensibilidad social. En correspondencia con ello, están los retos planteados para la formación de ingenieros agrónomos, quienes deben enfrentar situaciones de gran complejidad en su desempeño profesional, donde se entrelazan factores tecnológicos, organizacionales, ambientales y sociales en una red de interrelaciones imposibles de manejar sin la gestión del conocimiento y el uso de las nuevas tecnologías.



En Cuba, la preocupación por el pensamiento de los estudiantes, tiene dimensiones y raíces históricas que hoy son más fuertes, teniendo en cuenta el progreso científico y tecnológico alcanzado por la humanidad, lo cual exige profesionales competentes. Por tanto, enseñar y aprender a pensar es una de las principales directrices de la educación cubana actual, el medio para lograrlo es no estrechar su modo de pensar, actuar y desterrar aquello que retarda sus progresos lo que limita su servicio incondicional a la humanidad.

La evolución acelerada hacia una sociedad infotecnológica demanda la instauración de un nuevo modelo basado en la capacidad de producir y utilizar conocimientos. La norma en el tercer milenio, se vislumbra hacia una educación a lo largo de toda la vida, que conduzca a modelos mentales, tales como: el aprendizaje continuo, el trabajo en equipos y la capacidad de cambio, tomando como referencia los cuatro pilares básicos fundamentales de la educación en el siglo XXI (Delors, 1996).

Un elemento influyente en los modos de enseñanza-aprendizaje es el relacionado con la Informática, tanto en capacidad de hardware como en funcionalidad del software, lo cual simplifica las formas de interacción entre las personas y las máquinas.

El Cálculo Diferencial, es una rama de la Matemática que surge con los trabajos de Newton y Leibniz en el siglo XVII y progresa, gracias a la obra de otros notables científicos que se preocupan por su fundamentación lógica.

En la última década se aprecia una fuerte tendencia a incorporar el uso de las computadoras en laboratorios y aulas especializadas, así como a emplear asistentes matemáticos, como el software utilizado para resolver los problemas que requieren del Cálculo Diferencial. Este medio de trabajo (mediador didáctico) no debe sustituir los

procesos mentales a realizar en determinados momentos. Se debe evitar que con su uso indiscriminado, se pierda la posibilidad que brindan los conocimientos matemáticos, para el desarrollo de sus capacidades mentales generales, en el proceso de enseñanza-aprendizaje del cálculo, en especial del Cálculo Diferencial en las carreras de Agronomía.

El uso de asistentes matemáticos no solo requiere de equipar las aulas con la tecnología adecuada, ni de diseñar las actividades apropiadas, también es necesario conocer de qué manera la presencia de la tecnología influye en distintos factores que intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En el contexto internacional en este momento, las ciencias muestran resultados relevantes relacionados con la didáctica, en lo particular la Matemática. Son varias las tendencias en Didáctica de la Matemática que enfatizan la necesidad de diferenciar el saber de la ciencia del saber escolar (Peltier, 1993; Godino, 2001 a) y se preocupan por el proceso en que el conocimiento científico se transforma en materia de enseñanza y aprendizaje en la escuela. En Cuba, tal aspiración la materializa las Ciencias Pedagógicas, en el sistema de principios planteados para la educación (Addine, 2002), en específico, los que se refieren a la unidad del carácter científico e ideológico” y a “la vinculación de la educación con la vida, el medio social y el trabajo”.

Las deficiencias detectadas en el aprendizaje del Cálculo Diferencial en el preuniversitario en Cuba, conducen a la supresión de dichos contenidos de los programas de este nivel de enseñanza, y se incorporan solo en el currículo de aquellas carreras que requieren de su estudio. De esta manera, los estudiantes que no matriculan una carrera universitaria, o lo hacen en aquellas que no incluyen el Cálculo

Diferencial en sus programas, desconocen, por lo general los conceptos de derivada y su aplicación práctica.

A este antecedente se une la inclusión del empleo del asistente matemático en los contenidos de los programas del Cálculo Diferencial de muchas carreras universitarias, lo que representa ventajas desde el punto de vista científico y tecnológico, pero con problemas en su concreción práctica y consecuencias para la formación de conceptos del Cálculo Diferencial.

En el estudio previo se les aplican encuesta y entrevista a profesores que imparten el Cálculo Diferencial a la carrera de Agronomía, donde, además, se toma en cuenta el análisis de los resultados de las evaluaciones aplicadas a los estudiantes que culminan la asignatura de Matemática Superior I, en la carrera de Agronomía de la Universidad de Sancti Spiritus “José Martí Pérez”. Se evidencia que una parte considerable de estos, logran aprender a aplicar las reglas de derivación de funciones elementales, pero no se apropian de manera significativa, de los conceptos propios del Cálculo Diferencial, lo que impide que lo hagan con otros conocimientos de esta rama del saber matemático. Todo esto trae consigo:

Contradicciones en la teoría:

- Los trabajos realizados sobre el empleo de la computación en el proceso de enseñanza-aprendizaje se refieren a problemas generales, que no se corresponden con las especificidades del Cálculo Diferencial.
- Los textos de Cálculo Diferencial no orientan el uso de los asistentes matemáticos, para la formación de conceptos, demostraciones, entre otras situaciones típicas del

aprendizaje del contenido matemático, lo que tiene que partir desde las acciones del docente en el aula.

- Los ejercicios de Cálculo Diferencial existentes no están, didácticamente orientados al tratamiento de su solución, mediante el uso de asistentes matemáticos de forma desarrolladora.

Contradicciones en la práctica:

- En la ejecución de las actividades con el uso de los asistentes matemáticos durante la clase, relacionados con los contenidos matemáticos específicos, no se aprovechan las potencialidades del software educativo.
- Se manifiestan insuficiencias en cuanto al dominio de los asistentes matemáticos y software educativos, así como su uso, por parte de los docentes.
- Son deficientes las orientaciones metodológicas sobre el uso de la computadora como recurso didáctico en el proceso de enseñanza-aprendizaje, en general, y del Cálculo Diferencial, en particular.

Como consecuencia de lo expuesto anteriormente, se puede expresar que existen:

- Limitaciones en la concepción del proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial para el profesional que se pretende formar en la carrera de Agronomía.
- Predominio de un enfoque tradicionalista (con lápiz y papel) en la impartición de los contenidos del Cálculo Diferencial en la carrera de Agronomía.

Por otra parte, investigadores extranjeros y cubanos ofrecen aportes que contribuyen al proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática, sobre todo, del Cálculo Diferencial. Diéguez (2001), trabaja esta temática, logrando transformaciones de este objeto desde la solución de problemas contextualizados en la Matemática Básica, para

la carrera de Agronomía. Gallardo (2004), de la Universidad de Málaga España, relaciona las TIC con el diagnóstico y evaluación de la comprensión del conocimiento matemático, en ambos casos sus aportes se limitan a las características que posee el software para ser aplicado en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Server (2005), revela las potencialidades de las TIC para el proceso de enseñanza-aprendizaje, con ejemplos en la carrera de Ingeniería en Mecanización Agropecuaria y fundamenta las cualidades particulares que tiene el software educativo.

Pérez (2009), aborda la sistematización lógica del contenido en esta dinámica pero no centra su tesis en el uso que se les deben dar a los asistentes matemáticos.

Abreu (2014), en su tesis doctoral, propone una estrategia didáctica para la resolución de problemas contextualizados en las finanzas para el perfeccionamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje del cálculo diferencial e integral con el uso de las TIC. Esta propuesta se elaboró para la carrera de Ingeniería financiera y no la particulariza al uso de éstos referidos asistentes matemáticos.

Las tesis anteriores para optar por el Grado Científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas, no explotan las potencialidades de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en este proceso, a pesar de su aplicación, ni establecen las formas para su implementación. A todo eso se suma el empleo del asistente matemático en los contenidos de los programas del Cálculo Diferencial de muchas carreras universitarias, lo que representa ventajas desde el punto de vista científico, pero con problemas en su concreción práctica y consecuencias para la formación de conceptos del Cálculo Diferencial.

Todo lo expresado precedentemente justifica la existencia del **problema científico** de la presente investigación:

¿Cómo contribuir al proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial, con el uso de asistentes matemáticos, en la carrera de Agronomía?

De acuerdo con el problema científico y su nivel de actualización, la investigación se enmarca en el **objeto de estudio**: el proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial en la carrera de Agronomía, donde se precisa como **campo de acción**: el uso de los asistentes matemáticos en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial en la carrera de Agronomía.

El **objetivo de la investigación**: proponer una estrategia didáctica, que contribuya al proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial con el uso de asistentes matemáticos en la carrera de Agronomía, de la Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”.

El cumplimiento del objetivo se precisa en la siguiente **hipótesis**: si se propone una estrategia didáctica para el tratamiento del Cálculo Diferencial con el uso de asistentes matemáticos, entonces, se contribuye al proceso de enseñanza-aprendizaje para el Cálculo Diferencial en la carrera de Agronomía en la Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”.

**Los objetivos específicos** para la solución del problema son:

1. Determinar los fundamentos teóricos del proceso de enseñanza-aprendizaje para el Cálculo Diferencial con el uso de asistentes matemáticos, en la carrera de Agronomía, de la Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”.

2. Diagnosticar la situación del proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial, con el uso de asistentes matemáticos, en la carrera de Agronomía, de la Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”.
3. Elaborar una estrategia didáctica, que contribuya al proceso de enseñanza-aprendizaje para el Cálculo Diferencial con el uso de asistentes matemáticos, en la carrera de Agronomía, de la Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”.
4. Evaluar la estrategia didáctica mediante la valoración del criterio de expertos y el preexperimento para la constatación de su efectividad en la carrera de Agronomía, de la Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”.

**Variable independiente:** La estrategia didáctica para contribuir al proceso de enseñanza-aprendizaje para el Cálculo Diferencial en la carrera de Agronomía con el uso de asistentes matemáticos.

**Variable dependiente:** El proceso de enseñanza-aprendizaje para el Cálculo Diferencial en la carrera de Agronomía.

Para el logro de los objetivos en el proceso investigativo, se asume el enfoque dialéctico-materialista, como fundamento teórico y metodológico general, con la utilización de los métodos del nivel teórico, empírico y estadístico-matemático. Donde se emplean los **métodos y técnicas** siguientes:

- Histórico-lógico: para la determinación de la evolución y desarrollo en torno a las fuentes de información relacionadas con el objeto de estudio y el campo de acción en la investigación, con precisión en las tendencias relacionadas con el proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial y con el uso de los asistentes matemáticos.

- Analítico-sintético: para el estudio e interpretación detallada de las fuentes teóricas relacionadas con la situación problemática en el objeto de estudio y campo de acción, así como los hechos que ocurren en la práctica y la relación entre ellos.
- Hipotético-deductivo: permite, a partir de la hipótesis planteada, en correspondencia con el problema científico, lograr el nivel adecuado de los profesionales en formación, sobre la base de la propuesta con sus elementos y fundamentos esenciales.
- Inductivo-deductivo: propicia el razonamiento de la situación del objeto de estudio, en la carrera de Agronomía, donde a partir de la información obtenida se logra la deducción de elementos esenciales a tener presente en el proceso investigativo de la propuesta.
- Sistémico: para la concepción y elaboración de la estrategia didáctica en función del tratamiento propio del contenido del Cálculo Diferencial en la carrera de Agronomía.
- Modelación: para la concepción teórica y fundamentación que sustenta la estrategia didáctica para la integración de los asistentes matemáticos en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial en la carrera de Agronomía.

Del nivel empírico:

- La encuesta: para conocer las manifestaciones del problema de investigación, sus causas, la opinión de los profesores sobre las implicaciones del uso del asistente matemático para el mejoramiento del proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial y en general para caracterizar la situación actual del campo de acción de la investigación.



- Entrevista: en función de verificar la información mediante la conversación profesional, relacionada con el proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial en la carrera de Agronomía, lo cual permite obtener las opiniones necesarias, para perfeccionar el proceso objeto de estudio.
- La observación pedagógica: para obtener información en torno al proceder y los modelos pedagógicos que siguen los profesores en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial.
- Análisis documental: permitió la revisión de los documentos siguientes: modelo del profesional, plan de estudio y los programas relacionados con el objeto de trabajo en la investigación.
- Criterio de expertos: para la valoración de la factibilidad en la estrategia que se presenta, mediante los instrumentos aplicados, los expertos aportan sus dictámenes y razones en función de la aplicabilidad de la propuesta.
- La experimentación: se utiliza como variante el preexperimento para controlar las variables y sus resultados.

Del nivel estadístico-matemático:

- La Estadística Descriptiva e Inferencial: para el procesamiento de la información obtenida a partir de la aplicación de los instrumentos asociados a los distintos métodos y técnicas.

**-La novedad científica de la investigación** está dada en la estrategia didáctica, es decir el elemento de cambio se distingue por revelar una lógica de la dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial para la carrera de Agronomía, con el uso de asistentes matemáticos, que contribuye a la apropiación de

conocimientos de los contenidos básicos del Cálculo Diferencial, en la solución de problemas matemáticos para la profesión.

Siendo consecuente con los puntos de vista asumidos el autor de esta tesis le llama contenidos básicos del Cálculo Diferencial a aquellos que están estrechamente relacionados con los conceptos de derivada y de diferencial de una función real de variable real, que incluye los elementos situacionales, lingüístico-notacionales, intencionales, procedimentales, proposicionales y argumentativo-validativos en el sentido en que se utilizan por Ruiz (2003).

**-La contribución teórica** está en la concepción del modelo que sustenta la estrategia didáctica para el proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial para la carrera de Agronomía, con el uso de asistentes matemáticos.

**-Aporte práctico** radica en la estrategia didáctica para la formación y desarrollo de los conocimientos de los contenidos básicos del Cálculo Diferencial, en la carrera de Agronomía con el uso de asistentes matemáticos, lo que contribuye a una mejor pertinencia formativa del profesional.

**-La tesis se estructura** en introducción, tres capítulos, conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

**-El Capítulo I** está dirigido al proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial con el uso de asistentes matemáticos, en la carrera de Agronomía. Se precisa la fundamentación del objeto y campo, así como de las tendencias históricas de este, revelándose los cambios que se producen a partir del uso del asistente matemático, como mediador didáctico. Para concluir, se analiza la situación actual de la dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial, con el uso

de asistentes matemáticos, en la carrera de Agronomía de la Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”.

**-El Capítulo II**, abarca el estudio diagnóstico con los instrumentos y resultados obtenidos, así como el modelo teórico que fundamenta la estrategia didáctica en el proceso de enseñanza-aprendizaje, para los contenidos básicos del Cálculo Diferencial con el uso de asistentes matemáticos.

**-En el Capítulo III**, se presenta la evaluación de la pertinencia de la estrategia, a partir de la consulta a expertos, y se corrobora su validez mediante la aplicación de un preexperimento en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial en la carrera de Agronomía, de la Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”

## **CAPÍTULO I**

### **FUNDAMENTOS TÓRICOS DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL CÁLCULO DIFERENCIAL CON EL USO DE ASISTENTES MATEMÁTICOS**

## **CAPÍTULO I. FUNDAMENTOS TÓRICOS DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL CÁLCULO DIFERENCIAL CON EL USO DE ASISTENTES MATEMÁTICOS**

En este capítulo se fundamenta y caracteriza, el proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial, con el uso de asistentes matemáticos, en la carrera de Agronomía, así como de las tendencias históricas, revelándose los cambios que se producen a partir del uso de los referidos asistentes y las particularidades de su dinámica.

### **1.1 Tendencias históricas del proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial en la carrera de Agronomía**

El proceso de formación de profesionales en Cuba se puede enmarcar en dos grandes etapas: la etapa pre-revolucionaria y la etapa revolucionaria. La Enseñanza Superior antes de 1959 se caracteriza por ser, conductista, memorística y formalista, donde a lo más que se aspiraba, era a dar carrera para vivir (Vecino, 2004).

Con anterioridad a 1976 existe una alta carga de Matemática en las carreras técnicas, sin tener en cuenta las necesidades reales del futuro especialista.

Al triunfar la Revolución y como resultado de la Reforma Universitaria de 1962 se comienza a transformar la enseñanza superior, al desarrollarse la enseñanza a este nivel con un carácter más científico de acuerdo a los cambios radicales que se producen en el país, al impetuoso avance de las ciencias y de las relaciones económica-sociales.

Posteriormente, con la celebración del Primer Congreso del PCC en el año 1975 y el surgimiento del Ministerio de Educación Superior (MES) en el año 1976, se dan excepcionales condiciones para iniciar transformaciones de los planes y programas de

estudio, de los métodos de enseñanza, de dirección y de organización del proceso de enseñanza-aprendizaje, orientadas al perfeccionamiento de la formación de especialistas de nivel superior en Cuba.

Como un resultado directo de este proceso el Ministerio de Educación Superior, inspirado en la búsqueda de un profesional de excelencia, transita por diferentes planes de estudio: Plan "A", en 1977; Plan "B", en 1982; Plan "C" en 1990y perfeccionado en 2002 y, por último, el Plan "D" (aún vigente), incorporado a partir del 2008.

En la especialidad de Agronomía se pone en vigor el Plan "A" con las asignaturas Matemática Superior I, II, III, con el cual se logra un equilibrio en las horas-clases a impartir y el volumen de los contenidos incluidos en cada una de ellas. Este Plan no resulta tan efectivo como se esperaba, puesto que la distribución de los contenidos no responde a la articulación con las demás disciplinas, y en la enseñanza prevalecen los métodos expositivos, por esto se comienza el perfeccionamiento dando lugar al Plan de estudios "B".

En el Plan "B", se integran y redistribuyen los contenidos de las asignaturas manteniendo como asignaturas, Matemáticas I, II, III. Entre los lineamientos del perfeccionamiento (Plan "B") se orienta reforzar la aplicación de la computación, el uso del idioma extranjero, además de emplear la Matemática y las técnicas de computación como herramientas que agilizan la solución de problemas relacionados con la profesión. Este Plan adolece de la falta de fundamentación de los contenidos, en correspondencia con el perfil del profesional. Para suplir esta deficiencia se comienza un nuevo perfeccionamiento que da lugar en 1990 al Plan de estudios "C".

En el Plan "C" se realiza una nueva reestructuración del contenido, mediante disciplinas. Con ello se logra un nivel matemático superior, al confeccionarse como documento único el programa de la disciplina, se incluyen la Programación Lineal, muy necesaria para el futuro especialista, pues mediante esta técnica pueden resolverse diversos problemas vinculados con los procesos agropecuarios.

Uno de los mayores logros de la creación del Plan "C" es la concepción de un especialista de perfil amplio, capaz de trabajar en direcciones tales como: atención y desarrollo de los cultivos, Suelos y Agroquímica, Sanidad Vegetal, Riego y Drenaje, Mecanización Agropecuaria y Ganadería. Para esto se instrumenta como uno de los objetivos de las Matemáticas la modelación de problemas concernientes a toma de decisiones planteadas en las esferas agropecuarias.

El Plan C "perfeccionado" es una readecuación del plan de estudios "C", la cual se aviene con las condiciones socioeconómicas y productivas, con la finalidad de concretar y consolidar las concepciones y experiencias acumuladas en el orden pedagógico científico y productivo, que sirven de base para la elaboración de una propuesta de diseño curricular de la carrera de Agronomía.

En el Plan "C", la carrera de Agronomía tenía 3 disciplinas muy relacionadas entre sí: Matemática Superior (tres asignaturas), Computación (una asignatura) y Biometría (dos asignaturas). En este perfeccionamiento se incluyen en la disciplina de Matemática cuatro asignaturas: Matemática I, Matemática II, Computación, Biometría y Diseño. Como se puede observar se elimina la asignatura Matemática III, aunque se mantiene la modelación de problemas como el objetivo fundamental y el sistema de conocimientos no sufre cambios significativos.

La disciplina en el Plan "C" consta de 178 horas, las cuales se dedican solo a la impartición de contenidos Matemáticos. En el Plan "C" perfeccionado, el número de horas es de 340, pero a las Matemáticas solo se le asignan 154, y el resto destinadas a las asignaturas de Computación y Biometría y Diseño.

Las modificaciones efectuadas a los planes de estudio de la carrera de Agronomía, se fundamentan en las transformaciones que acontecen en todos estos años en el país, con el fin de lograr la formación cada vez más integral del egresado.

El autor de la presente investigación toma en cuenta la experiencia de profesores de la asignatura de Matemática en diversos Centros de la Educación Superior (CES) del país (Hernández, 1989; Delgado, 1999; Blanco, 2001; Parra, 2002; Gutiérrez, 2003; Proenza y Leiva, 2006; López, 2008; Álvarez, 2010 y Pérez, 2015), entre otros, consultados y que se referencian en la tesis.

Lo antes expuesto permite precisar los indicadores que posibilitan determinar los períodos por los que transita el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática, los cuales son:

- Objetivos del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática.
- Enfoques psicopedagógicos del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática.
- Papel del profesor y del estudiante en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática.
- Métodos y estrategias utilizados en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática.
- Utilización de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática.



Los indicadores enunciados sirven de base para precisar las etapas o momentos significativos declarados a continuación:

- Establecimiento de fundamentos didácticos del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática, orientado al sistema de conocimientos (1977-1982).
- En el curso 1977-1978, con el surgimiento del Plan “A” se establece un sistema de principios que permiten producir un primer salto de calidad en la formación de los profesionales en las diferentes carreras universitarias en Cuba.

En esta etapa se destacan las siguientes características en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática:

- Objetivos orientados a una fuerte y rigurosa formación Matemática, con especial atención al sistema de conocimientos, el cálculo y las demostraciones. En su formulación la parte instructiva tiene un peso extraordinario sobre la educativa y desarrolladora. Están elaborados de forma descriptiva y dirigidos, más, a las actividades del profesor que a las acciones que el alumno debe realizar.
- El enfoque psicopedagógico predominante es el conductismo, base de un modelo pedagógico tradicional, donde el maestro es el centro del proceso de enseñanza y en la clase, como principal fuente de información, predomina una concepción intelectualista de la educación Matemática. Se imparte para todos los ingenieros la misma Matemática, incluso se unen diferentes carreras en las aulas de conferencia.
- El aprendizaje se basa en conductas observables provocadas por manipulaciones externas acumulativas y lineales, sin prestar atención a los procesos y la interioridad de los sujetos.
- Supremacía del papel del profesor como trasmisor de conocimientos y predominio

de la pasividad de los alumnos. El estudiante es un simple receptor del conocimiento que le transmite el docente, se da insignificante importancia a la comunicación, por lo cual no se puede hablar de un estudiante activo, crítico y mucho menos capaz de argumentar y expresar sus criterios. Aunque la propia enseñanza de la Matemática por sus características intrínsecas y la profundidad con que se trata, ayuda en la formación de ciertas habilidades específicas de esta rama.

- Predominio de métodos expositivos, sobre todo, métodos para la modificación externa del comportamiento y la ejercitación basada en la repetición. Las conferencias son expositivas con poca participación del estudiante, la posición del estudiante es de receptor de la información. Los estilos comunicativos son unidireccionales, autoritarios y poco flexibles en los docentes.
- Se enfatiza en la apropiación del contenido por parte del alumno, pero se descuidan los métodos y estrategias para enseñar a aprender, para que el alumno se apropie de forma organizada, planificada y consciente de los conocimientos.
- Deficiente uso de las TIC.
- La dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática caracterizada por la exposición y análisis del contenido por parte del profesor, la motivación por el tema, la preparación del alumno, la ejercitación con hincapié en la memorización de los pasos a dar en la ejecución de los ejercicios, las generalizaciones de carácter empírico, se deja a la espontaneidad el análisis de relaciones esenciales en la dirección de lo general a lo particular, de lo abstracto a lo concreto, entre otros.

A partir del curso 1982-1983, con el Plan B se producen cambios en el sistema educacional cubano, al prestarle atención a la elaboración y precisión de los objetivos,

a la selección de los contenidos de las ciencias como consecuencia de la Revolución Científico-Técnica a escala universal y al desarrollo de habilidades en los estudiantes.

Se destacan las siguientes características del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática:

- Se logra el establecimiento de fundamentos didácticos del proceso enseñanza-aprendizaje de la Matemática, orientado al tratamiento de habilidades específicas.
- Se mantienen los objetivos con énfasis en lo instructivo y tendencia a incorporar lo educativo. Su núcleo está en el sistema de conocimientos y se produce una introducción cada vez mayor de contenidos conceptuales. Se comienza a trabajar por la sistematización de los contenidos matemáticos.
- El enfoque psicopedagógico predominante es el cognitivista, en aquellos procesos conscientes mediante los que se construye el conocimiento matemático, se incluyen aspectos como la percepción, reconocimiento y razonamiento. Hay preocupación hacia la búsqueda de la forma más efectiva de organizar y estructurar la nueva información para conectar con las experiencias, habilidades y conocimientos previos adquiridos por el alumno.
- Se da importancia a aprender las formas y métodos para resolver los problemas.
- Durante esta etapa se observa un incipiente cambio en el papel del alumno en el proceso de enseñanza-aprendizaje, aunque continúa concediéndosele al profesor un rol de emisor y director del mismo, sigue manifestándose la unidireccionalidad del proceso de enseñanza-aprendizaje y la poca flexibilidad del docente durante el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

- Los métodos utilizados no están a la altura de los objetivos planteados, hay predominio de métodos expositivos y de elaboración conjunta, con una intención a incrementar los métodos de trabajo independiente. Los estilos comunicativos son unidireccionales, autoritarios y poco flexibles en los docentes, con cierta tendencia a desarrollar interacciones entre los estudiantes en algunas actividades. Se enfatiza en la apropiación del contenido por parte del alumno, pero se descuidan los métodos y estrategias para enseñar a aprender, y la necesidad de que el alumno reflexione de forma independiente, organizada, planificada y consciente acerca de cómo obtiene de los conocimientos.
- El uso de las TIC es muy limitado, debido al alto costo del mismo.
- En esta etapa la dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática se caracteriza por el cumplimiento de los objetivos de las clases junto a un aumento significativo en la cantidad de horas asignadas a las asignaturas de Matemática, lo cual multiplica el número de conferencias y clases prácticas, pero no se cuenta con el uso de medios que le imprimieran a estas un cambio en la concepción de la enseñanza de los conocimientos matemáticos.
- Esta etapa está marcada por la Resolución Ministerial 220/79, según la cual es muy rígida la distribución del tiempo para cada momento de la clase, elemento que no favorece la dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática.

Los planes A y B representan un paso de avance respecto al período anterior, específicamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática, pero sin intencional que el estudiante participara de forma activa en el proceso de obtención y

apropiación de los conocimientos.

En el curso 1990-1991, con el objetivo de resolver las limitaciones existentes, se implanta el Plan "C", para buscar mayor flexibilidad en la formación del profesional, que responda a la dinámica de la construcción de la nueva sociedad y a las exigencias de la Revolución Científico- Técnica.

Se destacan para este periodo las siguientes características del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática:

-Los objetivos como categoría rectora del proceso formativo se orientan al impulso de habilidades profesionales y valores. Se formulan objetivos instructivos y educativos.

-El enfoque psicopedagógico predominante es el enfoque histórico-cultural. El aprendizaje de la Matemática se concibe no solo como un proceso de realización individual, sino también como una actividad social, como un proceso de construcción y reconstrucción por parte del sujeto, que se apropia de conocimientos, habilidades, actitudes y valores.

Este aprendizaje se produce en condiciones de interacción social en un medio socio-histórico concreto. De esta forma, se comienza a prestar atención a la comunicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática, se despliegan actividades donde el estudiante tenga que escuchar y analizar argumentos; expresar críticas, reconocer, analizar y corregir los errores, tanto los propios, como los ajenos; se destaca la importancia del lenguaje, como la actividad cognitiva fundamental, que tiene como base la interacción social (Vigotski, 1981).

-Existe un predominio de métodos problémicos y una tendencia a la elevación del trabajo independiente de los estudiantes. Se observa una notable reducción del tiempo

de conferencias, el incremento de las actividades docentes de carácter práctico y la resolución de problemas vinculados con la carrera. El proceso de enseñanza-aprendizaje tiene un carácter bi-direccional, al existir una mayor comunicación entre el docente y el alumno; se logra que estos se responsabilicen más con su propio proceso de aprendizaje. Se continúa descuidando los métodos y estrategias para enseñar a aprender, para que el alumno se apropie de forma organizada, planificada y consciente de los conocimientos.

-Se plantea la necesidad inminente del uso de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje, el uso de la multimedia con gráficos avanzados se integra al proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática para favorecer el aprendizaje del estudiante y enriquecer la práctica educativa.

En esta etapa la dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática se organiza tomando en cuenta la orientación del nuevo contenido, la motivación, la asimilación del contenido sobre la base de la ejercitación, la sistematización y la evaluación de ejercicios y problemas así como el establecimiento de fundamentos didácticos del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática, orientado a la formación de profesionales competentes (2012- 2016), vigente en la actualidad.

Atendiendo a las anteriores deficiencias y en correspondencia con el perfeccionamiento continuo de la formación de los profesionales se implanta en el curso 2008-2009 el Plan "D", aún vigente, en las carreras de Agronomía, el cual muestra una serie de transformaciones:

En los objetivos comienzan a tener mayor significación la idea de "formar un profesional competente", un profesional con conocimientos, hábitos, habilidades, motivos, valores,

sentimientos que de forma integrada regulen su actuación en la búsqueda de soluciones a los problemas de su entorno y dominen las técnicas y las tecnologías más avanzadas para aplicarlas en función de lograr eficiencia y sostenibilidad.

El enfoque psicopedagógico predominante continúa siendo el enfoque histórico-cultural teniendo en cuenta que enfatiza los aspectos relacionados con las interacciones sociales, en el proceso de aprendizaje y del estudiante con su medio social y cultural en un momento histórico determinado.

Se aplican métodos activos de enseñanza-aprendizaje con énfasis en el trabajo independiente de los estudiantes. Se trabaja desde la resolución de problemas por el desarrollo del pensamiento lógico. El proceso de enseñanza-aprendizaje tiene un carácter multidireccional, al existir una mayor comunicación entre el docente y el alumno y entre el grupo de alumnos.

Se utilizan los asistentes matemáticos (Derive, Mathematica, MatLab, SPSS, MAPLE), como medios de enseñanza y herramientas de cálculo en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se observa un incremento de entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje y la orientación del estudio independiente asistido por guías de aprendizaje con el uso de las TIC.

En esta etapa la dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática, se caracteriza porque el docente presenta el contenido nuevo, y orienta no solo ejercicios y problemas propios de la Matemática, sino también relacionados con otras asignaturas de la carrera o sea se contextualizan los conocimientos matemáticos. Las actividades prácticas son analizadas y discutidas en el aula. En estas actividades se muestran las diferentes variantes de solución, se intercambian criterios, se facilita la creatividad del

estudiante al solucionar los ejercicios y problemas, hacer generalizaciones y arribar a conclusiones sobre lo tratado.

El análisis realizado permite, entonces, revelar las principales tendencias que caracterizan el decursar del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática en la carrera de Agronomía:

En cuanto a los objetivos se observa un tránsito desde aquellos cuya dirección estaba en la necesidad de dotar a los estudiantes de una elevada instrucción Matemática, la posterior inclusión de las habilidades específicas y la formación de valores de forma fragmentada, hasta la formulación de objetivos que expresen la integración de estos, para lograr un profesional competente en su desempeño.

Respecto a los enfoques psicopedagógicos se produce una tendencia desde el conductista, pasando por el cognitivista, hacia el enfoque Histórico Cultural. Se transita desde la concepción intelectualista de la educación Matemática, los procesos conscientes mediante los que se construye el conocimiento, la importancia a aprender las formas y métodos para resolver los problemas, hasta los aspectos relacionados con lo afectivo, la importancia de la comunicación en el proceso de aprendizaje y la interacción del individuo con su medio social y cultural.

El proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática, va desde la utilización de métodos expositivos, donde prima el papel del profesor como principal elemento de proceso, hasta la utilización de una variedad de métodos activos, para que el estudiante al utilizarlos se apropie de los conocimientos, desarrolle sus habilidades y su papel protagónico ante el aprendizaje.

Existe una tendencia al incremento y la manifestación de diversos tipos de



interacciones en el Proceso de enseñanza-aprendizaje, estudiante-profesor, estudiante-estudiante, estudiante-contenido y estudiante-fuente de conocimientos.

Se pone de manifiesto la tendencia del uso de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje para favorecer el aprendizaje, la colaboración y la integración. Se aprecia, además, el surgimiento y la utilización de recursos como hipermedia, hipertexto, entornos virtuales, los cuales tienen, cada vez más importancia, en el contexto educativo.

Todo lo anterior se dirige hacia una concepción de la dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática desde una perspectiva social, donde se creen escenarios activos de conocimiento compartido, en el cual se gestionen conocimientos a partir de las interacciones entre estudiante-profesor, estudiante-estudiante, estudiante-contenido y estudiante-fuente de conocimientos (tácito y explícito). En ella los alumnos realizan su actividad solo con la orientación necesaria, donde aprenden en forma autónoma e independiente y, procuran las mayores relaciones explícitas entre los nuevos conocimientos (objeto de aprendizaje) y los conocimientos previos de los alumnos. Existe una marcada utilización de las TIC.

La concepción del proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial y su dinámica en la carrera de Agronomía evoluciona en la medida que se perfeccionan los planes y programas de estudio de la Matemática. Es decir, no se puede separar el estudio de este tema, pues está inmerso en la ciencia de que forma parte.

En general, el uso de medios y recursos didácticos en Matemática, en el Cálculo Diferencial, se enfrenta a un “zigzag” de rechazo y aceptación en las diversas etapas históricas de la enseñanza en esta ciencia, producto de la influencia endógena de las

concepciones del Método Científico, en relación a su pureza y dinamismo, que provoca etapas paradigmáticas, por lo que es oportuno ocuparse de establecer precisiones al respecto.

Este período está marcado por los cambios ocurridos en la enseñanza-aprendizaje de la Matemática a partir del III Congreso Internacional de Educación Matemática (ICME), celebrado en Berkeley en 1980, donde se reflexiona acerca de qué es lo básico y si podría ser la solución de problemas el foco de atención y respuesta a esa pregunta.

En esta etapa, las matemáticas en el currículo del Ingeniero, se perciben como una actividad humana, histórica, cuya finalidad es la solución de problemas con el uso de asistentes matemáticos, lo que es considerado por Brown (1983), como la innovación más importante de la Matemática en la década de los 80, que perdura hasta nuestros días.

La década de los 80 se caracteriza, en general, por un desarrollo vertiginoso de los asistentes matemáticos y se inicia la solución de problemas de diferentes ramas del saber mediante la utilización de programas computacionales.

Entre los medios, en los últimos tiempos, acapara la atención el asistente matemático. Castañeda y Figueria (1994) señalan que el modelo de enseñanza del profesional de la carrera de Agronomía para los próximos años no puede pasar por alto, que tiene que sustentarse sobre la base de crear en los egresados la cultura de la calidad, el rigor, la profesionalidad y la veracidad de toda la actividad ingenieril. Para el autor de esta tesis, esto solo se logra si se tiene en cuenta, además, la excelencia, con que se desarrolle y se exija toda la actividad académica, investigativa y de extensión de los alumnos a

través de toda su carrera y de la cual, la propia institución de Educación Superior tiene que ser fiel reflejo.

Al demostrarse que la Matemática moderna, sistematizadora de los conocimientos de varios siglos, no puede ir más allá por el momento, se efectúan investigaciones y pasos concretos en el sentido de que se necesita crear nuevas estructuras operativas, matemáticas no discretas, no digitales, o de otro tipo, donde se manejen unidades diferentes, valores inexactos, aunque precisos, a modo de insertar las construcciones mentales del ser humano, lo cual requiere de ver esta ciencia en su relación con la Filosofía, la Epistemología, la Física, la Metalógica, la Computabilidad, la Lingüística y la Teoría Cuántica.

El matemático británico Alan Mathison Turing desarrolla la teoría de una calculadora ideal, a la que la historia da su apellido, de capacidad supuestamente infinita y que permite definir el concepto de "computabilidad" de las funciones, basándose en la mecanicidad del uso de los algoritmos. Se le considera el padre de la "Inteligencia Artificial" al ser el primero en conjeturar la posibilidad de construir máquinas inteligentes.

En este período en Cuba se establecen normas y metodologías para la confección de los planes de estudios que provocan cambios en las metodologías de enseñanza-aprendizaje, aunque se mantienen estables sus aspectos estructurales y normativos. Se aplica el principio de la combinación estudio trabajo, lo que contribuye con mayor fuerza a la formación profesional del estudiante, al lograrse avances en el vínculo de las universidades con las entidades laborales de carácter docente, a decir de Estrabao (1998).

Es notorio observar que en la Tercera Conferencia del Grupo TME (Theory of Mathematics Education) celebrada en Amberes (Bélgica) en 1988, se trata el tema del uso de asistentes matemáticos y se considera a este medio como “un tercer componente en la interacción enseñanza-aprendizaje” (Godino, 2003c:28).

La aplicación del Cálculo Diferencial a la solución de problemas de la Agronomía, con las nuevas tecnologías y recursos de computación, se reduce la necesidad de estructuras analógicas a reproducir desde el cuerpo y la mente de los estudiantes y profesores, con lo cual algunos sistemas híbridos de computación pueden ponerse en marcha.

Desde entonces, estos perfeccionamientos se ejecutan de forma continua, lo cual ofrece un salto cualitativo en la formación del profesional de perfil amplio. Al ser asumidos como un sistema, donde se establecen relaciones armónicas entre los diferentes elementos del plan de estudio. Se consideran como componente en la interacción enseñanza-aprendizaje del proceso docente, la actividad académica, laboral e investigativa.

Este componente permite estructurar de manera más adecuada el proceso de enseñanza-aprendizaje, sobre todo en lo relativo a lo académico, donde más se trabaja. Se alcanza una mayor comprensión de la necesidad de un enfoque más sistémico de la enseñanza y con el apoyo de medios didácticos en correspondencia con el objetivo, el contenido, las características del profesor y el estudiante entre otros aspectos, lo que, en la práctica, a pesar de las insuficiencias que existen, aún, constituye uno de los méritos más significativo de la Educación Superior en Cuba.

En la mayoría de las carreras de Agronomía se observa como tendencia, en el tránsito por los diferentes planes de estudios, el aumento de las tareas prácticas donde se reduce en un alto por ciento, las horas destinadas a conferencias y se pasa de métodos reproductivos de enseñanza-aprendizaje, a métodos cada vez más productivos y creativos, con el uso de medios didácticos de tercera y cuarta generación, se establece mayor integración entre las asignaturas en disciplinas y años, y de estas con la actividad profesional. Aunque todavía deben concentrarse en reforzar habilidades cognitivas que generen versatilidad, capacidad de adaptación y mentalidad creadora.

En el presente, en la mayoría de las carreras de Agronomía, se logra una filosofía interdisciplinaria, sin embargo, en cuanto al uso de los asistentes matemáticos como mediador didáctico, todavía se manifiestan limitaciones, al no tenerse en cuenta sus potencialidades para la visualización, lo que involucra otros sentidos en el proceso de apropiación de contenidos y una motivación constante.

Entonces, se puede plantear que el Cálculo Diferencial como parte de la Matemática, en su propia evolución, pasa a formar parte del currículo de la mayoría de las carreras universitarias y su proceso de enseñanza-aprendizaje se vincula al profesional que se quiere formar, acercándolo a lo laboral desde la solución de problemas. Otra cuestión que se resalta es su papel en la conformación del pensamiento lógico de los estudiantes y su aplicación en otras asignaturas propias de las carreras, es por ello que tiene mayor peso en los primeros años del currículo.

En general, las concepciones acerca del proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial tienen distintos enfoques. En un primer enfoque se enfatiza en la utilización de un modelo persuasivo, que tiene presente la comunicación, pero solo con

estos fines; en un segundo enfoque se aboga por el desarrollo y uso de medios de enseñanza, pero de forma indiscriminada y escasa vinculación de las asignaturas con el perfil profesional y en el tercer enfoque más sistémico de la enseñanza, se enfatiza el uso de medios didácticos, con predominio de asistentes matemáticos, que contribuyen, en gran medida, al perfeccionamiento de la actividad del docente y la apropiación de contenidos por parte del estudiante.

Persisten limitaciones en la profesionalización de las asignaturas y en la concepción de la dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje en correspondencia con las exigencias del profesional que se requiere hoy formar. A criterio del autor estos requisitos son esenciales al concebir y ejecutar el proceso en el tratamiento al contenido del Cálculo Diferencial, en la carrera de Agronomía.

## **1.2. El proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial con el uso de asistentes matemáticos**

El proceso de enseñanza-aprendizaje de cada ciencia o rama del saber tiene sus especificidades. Así, un rasgo característico de las matemáticas, en cualquier nivel educacional es la solución de problemas, sobre todo en carreras de Ingeniería. (Diéguez, 2001)

La Matemática abarca contenidos del Cálculo Diferencial en todas las carreras de Ingeniería y en la carrera de Agronomía, los que incluyen conocimientos, habilidades, valores y valoraciones asociados a los conceptos de derivada, diferencial e integral. En su estudio debe partirse de situaciones problemas y tareas que conduzcan a la formación o aplicación de estos conceptos y a la elaboración de procedimientos necesarios para resolver estas situaciones y tareas.

En la actual concepción metodológica para la enseñanza-aprendizaje de la Matemática en Cuba, en particular del Cálculo Diferencial, se destaca el papel que deben desempeñar en este proceso los métodos activos de trabajo, con el apoyo de medios, que facilite que los estudiantes puedan descubrir, por sí mismo, proposiciones y vías de trabajo, así como que estimule la solución independiente de problemas y los alumnos alcancen su independencia creadora.

La independencia cognoscitiva se manifiesta, en la capacidad del estudiante de orientarse en situaciones nuevas, de encontrar un camino propio para nuevas tareas, para lo cual requiere del desarrollo del pensamiento matemático.

El diseño de las estrategias didácticas, que presuponen el uso de asistentes matemáticos en la enseñanza del Cálculo Diferencial, puede constituir una alternativa valiosa en la sistematización de procedimientos matemáticos para lograr la independencia cognoscitiva, a partir de dotar a los estudiantes de herramientas efectivas para el trabajo independiente dentro del tema, pues contribuye al incremento del pensamiento visual que es muy importante. A partir de esta reflexión el autor establece el siguiente constructo: “los asistentes matemáticos forman parte de un proceso en el que tienen la función de medios didácticos, que propician una mejor comprensión del contenido, sin sustituir las habilidades que requieren del uso de lápiz y papel, los cuales deben ser tenidos en cuenta de forma sistemática en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática, como mediadores didácticos de cuarta generación” (computadoras, programas inteligentes, autoinstrucción con computadoras).

Las presentaciones visuales apoyan la intuición y el razonamiento matemático. Hitt (1998-2003) investiga sobre dificultades en el aprendizaje del cálculo, sistemas semióticos de representación del concepto de función vinculados a problemas epistemológicos, didácticos y sobre visualización matemática. Con respecto al uso de nuevas tecnologías afirma que no basta recurrir a las representaciones geométricas para resolver un problema, sino que es necesaria la articulación sin contradicciones, entre las diferentes representaciones semióticas utilizadas en su solución.

Cantoral y Montiel (2002) promueven la implementación de la calculadora gráfica en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática, proponen estrategias de enseñanza para el desarrollo de la noción de función desde una perspectiva cognitiva que incorpore aspectos de visualización y formación del pensamiento matemático, para conseguir que la visualización adquiriera el nivel adecuado en docentes y estudiantes de Agronomía.

El uso de estas herramientas contribuye a la estimulación del estudiante. Establecer los recursos didácticos necesarios en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial, posibilita el logro de la unidad entre el estímulo y el objetivo, la cual constituye una condición necesaria para motivar el aprendizaje. Las motivaciones son extrínsecas cuando están relacionadas con los medios o recursos didácticos que el maestro pone en funcionamiento de la dinámica de su asignatura.

Algunos de los elementos a tener en cuenta en éste sentido pueden ser (Murray, 1936, Clelland y Atkinson, 1948):

- Revelar la importancia práctica del conocimiento, en correspondencia con el profesional que se forma.



- El planteamiento de problemas como retos para el estudiante.
- La utilización de mediadores didácticos adecuados y en correspondencia con el alcance científico técnico.
- Garantizar una anticipación del logro efectivo de la tarea.

Las motivaciones que responden a estos aspectos requieren de un mayor nivel de abstracción del sujeto y de un adecuado dominio del contenido matemático. No obstante, en el tránsito hacia las formas abstractas que conforman el conocimiento matemático y el relacionado con el Cálculo Diferencial, las motivaciones extrínsecas resultan de gran utilidad, debido a la utilización de mediadores didácticos que contribuyen a que el estudiante no pierda el interés durante el proceso de construcción del conocimiento, y a que facilitan el tránsito de lo concreto a lo abstracto y viceversa, tanto en la etapa sensorial como en la racional de la adquisición del conocimiento.

El uso de asistentes matemáticos constituye una fuente de motivación para los estudiantes, pues es portador de una novedad técnica, que permite movilizar su atención durante la actividad docente, aumentando su nivel de concentración. De esta manera actúa en un plano motivacional externo.

Aunque hay que ser cuidadosos con la forma en que se concibe su empleo, ya que se corre el peligro de sustituir los procesos que deben darse como parte de la actividad matemática por la manipulación de programas computacionales. Para evadir este riesgo debe lograrse que en las exigencias de las tareas queden claras las opciones para los estudiantes en cuanto a los medios a utilizar.

“Hoy día, si la introducción de los asistentes matemáticos en el aprendizaje de la matemática no se planifica adecuadamente, podemos incurrir en la responsabilidad colectiva de dejarnos arrastrar por un espejismo” (Guzmán, 1993: 3)

En correspondencia con las ideas expresadas, los riesgos a que está sometida la educación matemática de los estudiantes en cuanto al uso de asistentes matemáticos son reales, porque la computación llegó para quedarse y se debe utilizar como un medio que está a la disposición de docentes y estudiantes.

Las ideas explicitadas acerca de los peligros y ventajas del uso de asistentes matemáticos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática, indican que en este asunto hay que ser cuidadosos para, por una parte, aprovechar el potencial que los asistentes matemáticos brinda y por otra, no caer en ideas que conviertan la actividad matemática en algo transparente para el que aprende.

En relación con las exigencias anteriores son muy coherentes las ideas desarrolladas por los profesores japoneses Murakami y Hata (Guzmán, 1993) en las cuales se concibe la introducción de un nuevo tema en concordancia con la secuencia de los que le preceden. Se consideran dos fases para el aprendizaje del nuevo tema: la fase básica y la fase de su uso y aplicación.

La fase básica está dirigida a que el estudiante:

- Entienda a fondo los problemas que dan lugar al tema.
- Conozca bien los conceptos, estrategias y métodos fundamentales a propósito del tema.
- Domine el funcionamiento de las herramientas y rutinas que resuelven los problemas del tema, sin preocuparse por los problemas más complicados.

En la fase de uso y aplicación se aspira a que el estudiante:

- Compruebe la potencia del tema para resolver problemas más complicados.
- Que entienda a fondo la relación del tema con otros.
- Que perciba la utilidad del tema en aplicaciones intra y extramatemáticos.

A partir de lo citado, se concibe que la primera fase se efectúe de modo análogo al convencional, evadiendo los problemas complicados. Se propone que el asistente matemático se utilice para:

- La realización de actividades que ayuden a una mejor comprensión de los problemas e ideas claves.
- La ejecución de las tareas de los temas precedentes que se suponen dominados.

En esta primera fase no debe utilizarse el asistente matemático para realizar las tareas del nuevo tema con las que el estudiante se familiariza mediante casos sencillos, ya que ello impide el dominio de las mismas.

Durante la fase de uso y aplicación del tema se concibe la utilización del asistente matemático para todas las tareas en que resulte pertinente su empleo.

Por otra parte en el desarrollo del pensamiento matemático, no se puede absolutizar el uso del asistente matemático, este tiene que ir acompañado del análisis matemático por parte del estudiante, de algoritmos y resultados en la solución de problemas concretos, por lo cual en la práctica de las actividades docentes debe tenerse en cuenta este importante elemento, lo que a juicio del autor debe llevarse a cabo con la sistematicidad requerida.

La utilización de los asistentes matemáticos como mediador didáctico tiene que estar acompañado de la participación activa del estudiante en la construcción del

conocimiento a partir de la exploración de los ya existentes, mediante un proceso de análisis consciente por parte del estudiante, guiado por el profesor.

Aunque pueden existir muchas razones que justifican el uso de los asistentes matemáticos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática, el autor de la presente tesis considera que debido a las características de la actividad matemática, la razón esencial que fundamenta su uso está, en que propicia la exploración y experimentación, de manera que se puede potenciar la elaboración de conjeturas.

Al respecto Negrón y otros (2003: 2) expresan: “la acción cognitiva más importante que puede desarrollar un estudiante con asistentes matemáticos, en relación con la visualización es la “exploración”, tanto por orientación del maestro como por propia iniciativa, esta exploración permite abordar conceptos de alto nivel de complejidad de una manera informal en los primeros estadios de su formación, utilizando los recursos visuales disponibles; estas avanzadas tecnologías permiten el acercamiento al concepto de diversas maneras eligiendo variadas formas de representación ya sean éstas verbales, simbólicas, icónicas, gráficas, numéricas, entre otras.”

La actividad exploratoria con el asistente matemático facilita el análisis de muchos casos particulares y las representaciones gráficas de las funciones, lo que favorece el planteamiento de conjeturas como resultado de un proceso de generalización, de gran importancia cognoscitiva señalada por psicólogos como Davidov (1981).

El desarrollo del pensamiento matemático requiere del desarrollo del pensamiento algorítmico, determinado por la estructura lógica necesaria de una teoría que posee los elementos que permiten la solución de un problema dentro de la misma teoría, teniéndolo en cuenta en su concepto más amplio y el pensamiento heurístico, orientado

a la búsqueda y aplicación de nuevos conocimientos, el cual está determinado por principios generales de carácter lógicos y filosóficos. Cuando ambas formas se integran se contribuye a la racionalización del trabajo mental, la cual se manifiesta tanto en el manejo rápido y seguro de operaciones mentales cualitativamente diferentes, así como en la estructuración rápida y segura de un conjunto de pasos que deben conducirlo a la solución exitosa del problema planteado (García, 1988).

El profesor debe propiciar la identificación de la situación, revelar la necesidad de su implementación, el reconocimiento de los datos que se poseen, la estructuración de la solución en pasos que permitan transformar lo conocido para llegar a lo desconocido, el análisis y utilización de las condiciones necesarias que presuponen la solución del problema, el análisis de diferentes vías para su solución y el establecimiento de la más óptima; pero tener en cuenta, además, la utilización del asistente matemático como mediador didáctico para agilizar y ofrecer respuestas con alto nivel de precisión.

Es por ello, que a decir de Talízina (1988):

La enseñanza programada puede ser exitosa únicamente observando las siguientes condiciones: en primer lugar teniendo en cuenta las regularidades específicas del proceso de estudio, conocidas de la psicología y la pedagogía moderna; en segundo lugar, realizando, consecuentemente, las exigencias señaladas por la teoría general de la dirección, en tercer lugar, utilizando los medios automatizados, ya que la dirección del proceso de asimilación con la enseñanza de masas es imposible sin su aplicación. Dicho con otras palabras, la elaboración de la idea de la enseñanza programada incluye los siguientes aspectos: a) la elección de la teoría psicológica de estudio que responda de las

maneras más completa a las particularidades específicas de la enseñanza del hombre; b) la formulación y la realización de las exigencias a la dirección del proceso de estudio presentadas por la teoría general de la dirección, c) la creación del complejo de los medios técnicos de enseñanza orientados al modelo elegido de enseñanza que satisfacen las exigencias de la teoría general de la dirección ( SIA: 13-14)

De esta manera se recomienda armonizar la Didáctica con la Psicología, la Cibernética y los mediadores didácticos, lo que no se logra aún, a pesar del desarrollo de la Cibernética y los medios técnicos, el cómo y el por qué se aprende, sigue siendo una interrogante que deja por resolver el problema de cómo se debe enseñar (Vaquero y Fernández, 1987).

La frase “uso del asistentes matemáticos”, de significado impreciso, abarca una gama bastante amplia de puntos de vista asociados al carácter de los fines de la actividad realizada. En este sentido, se pueden diferenciar los siguientes usos:

- Mostrar información tal como lo hace un libro, pero con posibilidades de navegación, de hipertextos y multimedia.
- Proponer ejercicios por medio de juegos u otras variantes para que el estudiante los resuelva. En este caso se puede ofrecer información en tiempo real para reforzar conductas y repasar conocimientos.
- Ejecutar procedimientos matemáticos que requieren de mucho tiempo con lápiz y papel y en ocasiones resulta imposible su ejecución con estos medios, cuando los objetos con los que se trabaja, corresponden a casos límite o casos especiales.

Las consecuencias del uso de los referidos asistentes en la distribución del tiempo para el aprendizaje de cada elemento del conocimiento son significativas. Si en un proceso de estudio el estudiante solo dispone de lápiz y papel, la mayor parte del tiempo disponible la dedica a la práctica de procedimientos rutinarios a costa de utilizar menos tiempo en la resolución de verdaderos problemas. Con el uso de estos asistentes existe más tiempo para la argumentación y el descubrimiento.

Lo que provoca con respecto a la distribución del tiempo dedicado al aprendizaje de cada elemento del conocimiento y en las funciones de los docentes y de los estudiantes, cambios en el ordenamiento de estos elementos.

Entre los procedimientos que puede ejecutar con este medio está la representación gráfica de objetos y sus relaciones. En este sentido, el uso de ellos puede sintetizarse en dos metáforas: el asistente matemático como lupa y el asistente matemático como microscopio.

La primera metáfora se refiere a observar mejor lo que ya era posible sin el uso de los asistentes, la segunda se refiere a ver aquello que era inaccesible sin el uso del recurso didáctico.

Dubinsky (2000:14) se refiere al uso del asistente matemático como medio que puede ejecutar procedimientos matemáticos. Al respecto señala que ha intentado aplicar, después de una revisión, algunas de las ideas de Piaget al pensamiento matemático avanzado (teoría APOS y teoría de la "Definición del Concepto y la Imagen del Concepto). La principal dificultad que se encuentra en este intento ha sido que la teoría de Piaget tiene su origen en la manipulación de objetos físicos, pero a medida que el

nivel matemático aumenta, se necesita construir nuevos objetos no físicos, sino mentales y manipularlos para construir las ideas matemáticas.

Por eso Dubinsky considera, que un problema importante en la educación matemática consiste en encontrar sustitutos apropiados para los objetos mentales y cree que los asistentes matemáticos se pueden utilizar para este propósito.

Bajo esta concepción, el asistente matemático constituye un medio para la creación y manipulación de los objetos sustitutos, es decir, de las representaciones de objetos mentales. La comprensión matemática está muy ligada a la argumentación y al trabajo con las representaciones y elementos intencionales de los conceptos. Tratar de insertar, valorar lo que está escrito en el campo de acción.

Esta idea en el aprendizaje del cálculo puede ser de utilidad si se tiene en cuenta que en la historia de esta disciplina se enfatiza en el componente visual, como señala Guzmán (1996: 12) “el cálculo del siglo 17 nace con un componente muy fundamentalmente visual y así se mantiene en su desarrollo a lo largo de los siglos siguientes, en interacción constante con problemas geométricos y físicos”. Este autor también señala que “la visualización ha sido la tónica general en el trabajo creativo de los matemáticos de todos los tiempos” (Guzmán, 1996:12).

La tendencia a considerar los asistentes matemáticos como un profesor es muy difundida en el mundo. En Cuba, se reportan resultados importantes en la Universidad de la Habana y la Universidad Central de las Villas. La confección de las lecciones de los tutoriales o programas instructores pasa por diferentes etapas. En sus inicios se utilizaron lenguajes de alto nivel, después se confeccionaron lenguajes y sistemas de autor para la programación de las lecciones, con facilidades para la confección de las



pantallas gráficas, la inclusión de textos y diferentes tipos de preguntas para ir realizando el control del aprendizaje.

Las simulaciones, como el término lo indica, tienen como objetivo la sustitución del fenómeno o proceso real por su representación en la pantalla del asistente matemático. En la bibliografía consultada se presentan cuatro tipos de simulaciones: físicas, de procedimiento, de situación y de proceso, que resultan muy útiles, en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial, durante la ejecución de las actividades docentes, para apoyar la labor del profesor y de los estudiantes. Se reconoce el aumento del nivel científico de la clase, a partir de disponer de un modelo del objeto de estudio que pueda ser percibido a partir de su visualización, manipulado y comprobado. La utilización sistemática de simulaciones propicia en el estudiante la seguridad en la ejecución de procesos, ya que tiene un entrenamiento previo. En general, las herramientas informáticas permiten centrar la atención del estudiante en la parte más racional del conocimiento: en la interpretación del problema, el establecimiento de nexos entre los conceptos, relaciones o procedimientos estudiados al proporcionar tiempo para la realización de una mayor cantidad de ejercicios.

El proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial, a criterio del autor, debe ser enriquecido por las representaciones que contribuyan a formar el pensamiento matemático y la capacidad de representación espacial, así como despertar el interés hacia la Matemática y sus aplicaciones.

El uso del asistente matemático para la enseñanza del Cálculo Diferencial puede extender la aplicación de estos contenidos a problemas que no se tratan de forma manual por la complejidad de los cálculos, al mismo tiempo, posibilita centrar más la

atención en los problemas conceptuales, que, en los operacionales, con el consiguiente desarrollo del pensamiento matemático. Se debe hacer más objetiva y científica la clase a partir de la utilización de programas diseñados para la elaboración de conceptos, relaciones y procedimientos, a la vez que el uso del asistente matemático constituye una fuente de motivación implícita para el aprendizaje de la asignatura.

Utilizar el asistente matemático para la enseñanza del Cálculo Diferencial, abre nuevas perspectivas al trabajo realizado en función del cumplimiento de las líneas directrices. Además, como se logra reducir el tiempo para el tratamiento de los contenidos recientes, posibilita abarcar un mayor volumen de contenidos en menos tiempo, quedando mayor tiempo disponible para la sistematización y generalización.

El desarrollo de habilidades en el trabajo con algoritmos, cuestión esencial en el caso de la formación de ingenieros, desde un enfoque cibernético, les proporciona un tratamiento diferenciado a estos. Se debe fortalecer la mejora del pensamiento algorítmico de los escolares, aspecto en el que no se incide suficiente en la actualidad.

La exclusión de la teoría de los algoritmos de la enseñanza del Cálculo Diferencial, provoca un vacío que deja sin respuesta la articulación necesaria entre la Matemática y la Informática, nexo que se necesita rescatar, para impedir que el ingeniero se convierta en un simple usuario del asistente matemático en detrimento de su progreso intelectual.

Un análisis con enfoque computacional del tratamiento de la habilidad calcular, permite apreciar que, desde el punto de vista conceptual, el cálculo constituye un núcleo fundamental, que presupone el conocimiento y significado de las operaciones básicas en los diversos dominios numéricos, pero desde el punto de vista operacional. En la

formación de ingenieros, se considera que no es un requerimiento dedicar mucho tiempo y esfuerzos a resolver de manera mental o mediante lápiz y papel complejos o voluminosos cálculos, teniendo en cuenta la utilidad de los contenidos matemáticos en su profesión; sin embargo, en la actualidad se invierte mucho tiempo en crear mecanismos de cálculo, que pudieran ser simplificados al disponer de asistentes matemáticos, lo que no debe impedir, que sin la presencia de este, el estudiante recurra a sus conocimientos y habilidades básicas, para dar solución al problema planteado.

La habilidad de relacionar gráficos y propiedades de las funciones, que se trabajan desde el Cálculo Diferencial, recibe un notable impulso con el uso de asistentes matemáticos, se puede partir de la búsqueda de los valores funcionales, analizar qué propiedades se cumplen y relacionarlas con la representación gráfica. Siguiendo este procedimiento es más comprensible el concepto de función, además el asistente matemático admite comprobar las predicciones que el estudiante realiza acerca del comportamiento de la función en otros intervalos no visibles. Las simulaciones de procesos tienen en este contexto una importancia especial.

La programación impone una estrategia modular de resolución de los problemas, cuando se logra establecer un algoritmo, este constituye un módulo que pudiera ser utilizado para la solución de otro problema más complejo, se considera que una habilidad fundamental que se precise en el futuro está relacionada con la capacidad que se tenga para identificar a partir del enunciado del problema qué algoritmos deben ser concatenados para lograr la solución deseada.

En el análisis se advierte que el asistente matemático se revela como una poderosa herramienta para apoyar estrategias didácticas en el tratamiento de temas específicos, como el Cálculo Diferencial, que ofrece posibilidades para un trabajo más intenso en función del desarrollo del pensamiento matemático de los escolares en la actualidad.

El impacto del uso del asistente matemático en el aprendizaje del Cálculo Diferencial puede medirse a partir de los efectos de su empleo en la trayectoria didáctica, en la comprensión y competencias de los estudiantes y en el aprendizaje asociado a los procesos matemáticos de solución de problemas, razonamiento, comunicación, representaciones y conexiones.

Son varios los investigadores que se interesan por estudiar el impacto del asistente matemático en el tratamiento de los contenidos del Cálculo Diferencial, al observar que su presencia provoca incluso una reorientación de la investigación en esta disciplina. Pero junto con el impacto de la Ciencia, el asistente matemático comienza a preocupar a los investigadores en Didáctica de la Matemática en cuanto a los riesgos y las ventajas que puede traer su uso en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Guzmán, 1991y 1993). Aspectos que a consideración del autor son esenciales en el proceso de enseñanza-aprendizaje, para su investigación.

### **1.3 Dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial en la carrera de Agronomía de la Universidad de Sancti Spíritus**

En el perfeccionamiento “D”, la disciplina queda con 4 asignaturas y un tiempo total de 322 horas con 244 horas presenciales y 78 horas no presenciales, pero se introducen cambios sustanciales en la estructura y contenidos de la disciplina, se eliminan contenidos de la llamada asignatura Biometría y Diseño, que deben impartirse en la

asignatura Experimentación Agropecuaria y que se alejan algo de los contenidos específicos matemáticos. También, se propuso el cambio de nombre de Biometría por Bioestadística y se excluye de la disciplina la asignatura Computación.

Posterior al análisis del documento base para la elaboración de los planes de estudio “D” y teniendo en cuenta, los criterios expuestos por la Comisión Nacional de Carrera de la asignatura Matemática para las Ciencias Técnicas, las particularidades de los estudiantes de que se nutren estas carreras, los cambios propuestos en los exámenes de ingreso para la Educación Superior y las opiniones del colectivo de profesores de Universidad Central de las Villas (UCLV), Universidad de Pinar del Río (UPR), Universidad de la Habana (UNAH), que participaron en la elaboración de esta propuesta, la misma quedó conformada como se muestra a continuación.

- Aparición de la asignatura Optimización de los Procesos Agropecuarios.
- Cambios en los contenidos de la asignatura Biometría y Diseño y en el del nombre por el de Bioestadística.
- La inclusión de horas no presenciales en las asignaturas.
- Propuesta de las asignaturas electivas.
- Se excluye la asignatura Computación de la disciplina.

Como parte de la disciplina Matemática queda incluido el Cálculo Diferencial con contenidos específicos.

Los problemas que acompañan el aprendizaje del Cálculo Diferencial son muy variados, pero pueden ser ordenados atendiendo a distintos criterios para hacer un análisis sistemático de los mismos. Artigue (1995: 107) señala que “las dificultades de

acceso al cálculo son de diversa índole y se imbrican y refuerzan mutuamente en redes complejas”. Esta investigadora divide estas dificultades en tres grandes categorías:

- Dificultades asociadas con la complejidad de los objetos básicos del cálculo.
- Dificultades asociadas a la conceptualización y a la formalización de la noción de límite.
- Dificultades vinculadas con las rupturas necesarias con relación a los modos de pensamiento puramente algebraicos.

En los estudiantes, objeto de estudio, estos problemas tienen, también, su manifestación, lo cual se aprecia en las respuestas a las preguntas de una encuesta aplicada a profesores que imparten el Cálculo Diferencial de la Universidad de Sancti Spíritus, la de Ciencias Médicas, Ciego de Ávila y Villa Clara. (Anexo 1).

A decir de la opinión de estos docentes las dificultades que sus estudiantes manifiestan tener están más relacionadas con el saber, que con el saber hacer, a que se aspira. Ellos señalan que la comprensión de muchos estudiantes se ve afectada debido a sus limitaciones en el dominio del concepto de límite que se estudia en temas precedentes. Expresan, además, que a sus estudiantes les cuesta trabajo romper con las concepciones algebraicas que tienen, las cuales tienden a transferir al concepto de derivada.

Los criterios anteriores se corresponden con los obtenidos de otra entrevista realizada a profesores con experiencia en la enseñanza del Cálculo de la Universidad de Sancti Spíritus, la de Ciencias Médicas, Ciego de Ávila y Villa Clara (Anexo 2).

En observaciones a clases (Anexo 3) sobre los contenidos relacionados con los conocimientos básicos del Cálculo Diferencial se pueden identificar las regularidades siguientes:

- En cuanto a la secuenciación de los contenidos, primero aparece el concepto de derivada y después el de diferencial.
- El concepto de derivada se estudia primero en un punto, pero al aprendizaje de este último se le presta menos atención.
- El estudio del concepto de derivada se inicia con el planteo de un problema que por lo general es el de la tangente y acto seguido se pasa a la definición de derivada en un punto.
- El énfasis está dado en el cálculo de derivadas aplicando las distintas reglas.
- En el caso de carreras que no tienen un perfil matemático se presta poca atención a la argumentación matemática.
- Se utilizan asistentes matemáticos, sobre todo, para el cálculo de derivadas mediante programas como el DERIVE.
- El asistente matemático se utiliza muy poco para el logro de una comprensión a partir del uso de la visualización, término que se refiere a “una interpretación de lo que se presenta a nuestra contemplación que solamente podremos realizar eficazmente si hemos aprendido a leer adecuadamente el tipo de comunicación que la sustenta” (Guzmán, 1996:3) de representaciones gráficas de los objetos con los que se trabaja.

En la encuesta dirigida a profesores que imparten el Cálculo Diferencial en las diferentes universidades del territorio, con el objetivo de constatar la información sobre

las opiniones de ellos respecto al uso del asistente matemático en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial (Anexo 4), se aprecia que algunos utilizan de forma limitada los asistentes matemáticos para la enseñanza-aprendizaje de los conocimientos básicos del Cálculo Diferencial, y que la mayoría de las veces lo hacen para resolver tareas referidas al cálculo de derivadas.

De modo general manifiestan preocupación por el uso de asistentes matemáticos en el sentido señalado, pues consideran que, si los estudiantes disponen de una herramienta que de forma automática ejecute los procedimientos asociados a las técnicas matemáticas, les resulta cuestionable el aprendizaje de las mismas y su ejecución con lápiz y papel.

Para ello, resulta esencial en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática, particularmente para el empleo de los asistentes matemáticos la utilización de las categorías de la didáctica: problema, objetivo, contenido, métodos, medios y formas de organización en función de lograr su dinámica de forma desarrolladora; por las características de la investigación es imprescindible hacer énfasis en el uso adecuado de los medios de enseñanza-aprendizaje por su incidencia, lo cual se concreta con los ejemplos de la estrategia didáctica que se especifica en la investigación.

### **Conclusiones del capítulo I.**

-El análisis tendencial y la caracterización del proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial y su dinámica tiene fundamentos teóricos los cuales, por el desarrollo alcanzado en la ciencia y la tecnología, exigen la necesidad de utilizar el asistente matemático como medio de enseñanza-aprendizaje de forma tal que



potencie la solución de problemas, razonamiento, comunicación, representaciones y conexiones.

- El análisis histórico y la caracterización, unido a la comprensión de las principales causas que originan el problema de esta investigación permitió plantear como fundamentos las relaciones entre las causas y aspectos esenciales necesarios que propicien un proceso de enseñanza-aprendizaje pertinente en función del profesional en las carreras de Agronomía y donde el asistente matemático, con el tratamiento didáctico adecuado, tiene un rol importante.
- Los fundamentos y argumentos tratados resultan esenciales para el proceso investigativo y la propuesta a efectuar como resultado del trabajo. Lo expresado no siempre se tiene en cuenta en el proceso de enseñanza-aprendizaje para la enseñanza del Cálculo Diferencial y es un elemento determinante para lograr la efectividad y eficiencia en el proceso.

## **CAPÍTULO II**

**DIAGNÓSTICO Y ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA EL PROCESO DE ENSEÑANZA-  
APRENDIZAJE DEL CÁLCULO DIFERENCIAL EN LA CARRERA DE AGRONOMÍA**

## **CAPÍTULO II. DIAGNÓSTICO Y ESTRATEGIA DIDÁCTICA DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL CÁLCULO DIFERENCIAL EN LA CARRERA DE AGRONOMÍA**

En el capítulo se contempla el estudio diagnóstico del proceso objeto de trabajo en la investigación y se establece el modelo general que sirve de sustento a la propuesta. Se presenta la estrategia didáctica con sus fundamentos y elementos esenciales para la dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje, lo cual se realiza utilizando el concepto de trayectoria didáctica, que abarca cuatro dimensiones importantes:

La trayectoria epistémica, docente, del estudiante, y la mediacional. (Anexo 5 al 8).

### **2.1 Diagnóstico del proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial en la carrera de Agronomía**

Para dar cumplimiento al segundo objetivo específico de la investigación declarado, con la intención de identificar las fortalezas y debilidades que distinguen la enseñanza del Cálculo Diferencial en la carrera de Agronomía en la Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”, se considera el criterio de Valle (2011) en relación al carácter de proceso y resultado que tiene el diagnóstico pedagógico.

Para ello se aplican técnicas e instrumentos entre los que sobresalen: el análisis de los documentos normativos y metodológicos de la carrera de Agronomía, varias entrevistas y encuestas a profesores que imparten la asignatura de Cálculo Diferencial, así como a los estudiantes que reciben el contenido de la asignatura Matemática I, así como la revisión del producto final del proceso.

Para la revisión de los documentos normativos y metodológicos de la carrera de Agronomía, se confecciona una guía, donde se tuvo en cuenta el Modelo del

Profesional y sus Orientaciones metodológicas, programas de la disciplina Matemática y el programa de la asignatura Matemática I (Anexo 9), lo cual permite identificar los siguientes elementos de interés:

En el Modelo del Profesional aparece como una indicación por primera vez el uso de la computación. Se enfatiza en la enseñanza de la Matemática para la toma de decisiones. Además, se orienta tener habilidades en las ciencias matemáticas y poseer una correcta formación en la modelación matemática de los sistemas y procesos correspondientes.

En cuanto a los programas de la disciplina Matemática:

-Todos los programas de la disciplina indican el uso de la computación en la resolución de problemas.

-En las orientaciones metodológicas de la carrera no se precisa dónde, cuándo, ni cómo utilizar la computación, pero aparece incrementar el uso de los medios de cómputo en el sistema de trabajo independiente.

Se puede afirmar que, en los documentos revisados, aunque se indica utilizar la computación en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial, en los contenidos del programa de Matemática I, no se precisa ni cómo, ni cuándo, ni dónde se debe usar, ni tampoco el uso de los métodos.

En un segundo momento se aplica una encuesta y una entrevista a profesores (Anexos 10 y 11) que imparten la asignatura de Cálculo Diferencial, para valorar las principales dificultades que ellos presentan en la enseñanza, con la aplicación de los métodos tradicionales a los contenidos de estas asignaturas del Cálculo Diferencial.

En la encuesta a los profesores de la asignatura Matemática I donde se imparte el Cálculo Diferencial, el 100% de los profesores expresan insatisfacción con el rendimiento de los estudiantes en sus clases de Matemática.

En la entrevista aplicada a los profesores, con el objetivo de conocer qué cambios creen ellos que son necesarios generar en los modelos docentes para lograr mejorar la calidad del aprendizaje, se verifica que el 95% de los docentes plantea que, si se utilizara la computación, se obtendrían mejores resultados en el aprendizaje.

El diagnóstico incluye la revisión del producto de la actividad de los estudiantes, para lo cual se utiliza una guía (Anexo 12) que precisa los aspectos a tener en cuenta. Se revisa un total de 16 actividades en primer y segundo años de la carrera de Agronomía.

En el 95% de las clases visitadas se observa dificultades con la graduación del tiempo que necesitan los estudiantes para culminar los ejercicios que se proponen, lo cual afecta también el tiempo de terminación de las actividades.

Por último, en la encuesta (Anexo 13), aplicada a 21 estudiantes de primer año de la carrera de Agronomía, se obtienen como principales resultados que: solo el 43% (9) identifican algunos temas matemáticos de los contenidos recibidos de Cálculo Diferencial, el 57 % (12) menciona que pueden resolver los ejercicios, pero no identifican los temas específicos o no refieren algún tema determinado.

En relación a los materiales utilizados durante la planificación del proceso de estudio independiente, seleccionan los libros de textos y cuadernos complementarios; un 78,3 % (16), los ejercicios que el profesor resuelve en la clase; 69,6 % (14), y las conferencias y guía entregadas por el profesor; 60,9% (13). Es importante tener en cuenta que los recursos informáticos solo se emplean por el 21,7 % (5) de los

encuestados. Como momentos de mayor contribución a su preparación para la planificación del proceso de estudio independiente, el 91,3 % (19) selecciona la formación matemática que poseen, y el 69,6 % (16), su autopreparación individual. Hay que destacar que otros momentos no resultaron representativos, llamando la atención que en ningún caso fue importante el trabajo desde las diferentes disciplinas en función del desarrollo de las capacidades matemáticas que se analizan.

La motivación por solucionar los ejercicios matemáticos del Cálculo Diferencial es muy adecuada solo para el 21,7 % (5) de los estudiantes, el 26,19 % (6) la considera bastante adecuada, el 21,7 % (5) opina que es adecuada y los restantes entre poco adecuada e inadecuada. Sobre el nivel de satisfacción logrado en estas actividades el 30,4 % (6) refiere que es muy adecuada, el 26,1% (6) la considera bastante adecuada y los demás entre poco adecuada e inadecuada.

En la autovaloración sobre el nivel de preparación que alcanzan para la resolución de ejercicios relacionados con el Cálculo Diferencial, se confirma la necesidad de continuar perfeccionando este proceso; solo el 17,4% (4) opina que es muy adecuado, el 26,1 % (6) la considera como bastante adecuado, el 13,1 % (3) afirma que es adecuado y el por ciento restante poco adecuado e inadecuado.

Como conclusiones de este epígrafe se presentan los resultados de la triangulación de la información obtenida en los diferentes instrumentos, la cual permite identificar las fortalezas y debilidades a tener cuenta al diseñar la estrategia didáctica integradora que se propone.

Al respecto las principales fortalezas son:

- En el Modelo del Profesional aparece como una indicación el uso de la computación.
- Se enfatiza en la enseñanza de la Matemática para la toma de decisiones.
- Tener habilidades en las ciencias matemáticas y poseer una correcta formación en la modelación matemática de los sistemas y procesos.
- Todos los programas de la disciplina indican el uso de la computación para la resolución de problemas.
- Se indica incrementar el uso de los medios de cómputo en el sistema de trabajo independiente.
- Los estudiantes de manera general muestran dominio del contenido matemático del Cálculo Diferencial.

Como debilidades se identifican:

- En las orientaciones metodológicas de la carrera no se precisa dónde, ni cuándo, ni cómo utilizar la computación, a pesar de orientarse su uso.
- Se puede afirmar que, en los documentos revisados, aunque se expresa la intención de utilizar la computación en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial, contenidos en los programas de Matemática I y II, no siempre existe el equipamiento adecuado para hacerlo.
- En las acciones que se conciben desde la carrera y los años no se logra una adecuada planificación con los contenidos básicos del Cálculo Diferencial, en el proceso de enseñanza-aprendizaje con aplicaciones de los asistentes matemáticos.

- Los objetivos específicos que se relacionan con la planificación del proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial no propician que el tratamiento de las habilidades profesionales correspondientes se realice y evalúe desde posiciones integradoras.
- Falta de motivación y satisfacción profesional por las habilidades profesionales para la planificación del proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Existen carencias cognitivas en elementos del conocimiento del Cálculo Diferencial que limitan a las habilidades profesionales para la planificación. En particular, no dominan las ideas fundamentales para cumplir el enfoque metodológico de la asignatura.

Los resultados anteriores evidencian la contradicción existente entre la insuficiente utilización adecuada de la computación para el proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial en los estudiantes de Agronomía, al corroborar así la necesidad de su tratamiento con perfeccionamiento desde una concepción didáctica que la integre al proceso.

## **2.2. Fundamentos del modelo para la dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencia con el uso de asistentes matemáticos**

Para fundamentar el modelo es necesario tener en cuenta qué se entiende por dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje, sustentada en las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, el cual “está referido a que es una dinámica que se desarrolla con “mediación” de dichas tecnologías, las cuales intervienen en las innumerables relaciones que en ésta se producen. (Pardo, Izquierdo, Fuentes & Álvarez, 2005:4).



Otros autores como Lisa Álvarez definen la dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje:

[...] como el movimiento del proceso, es el momento de este dónde cobran vida los problemas, objetivos, contenidos y métodos, por lo que se ha dado en llamar por muchos, el currículo vivido. Por una parte, es donde los sujetos implicados se entregan a la labor de enseñar unos y de aprender otros, poniendo en juego sus recursos personales, y por otra parte es un complejo sistema de procesos de naturaleza consciente, contradictoria y holística que incluye en franca interacción dialéctica momentos de motivación, comprensión y sistematización del contenido y que es retroalimentada por el control y la evaluación” (Álvarez, en Feria, 1999:33)

Sobre la base de lo fundamentado, la dinámica de los contenidos básicos del Cálculo Diferencial, con el uso de Asistentes Matemáticos, es definida por el autor de la presente investigación como: el proceso que se abre de modo secuencial y frecuente, con el apoyo de los referidos asistentes como mediadores didácticos, en el espacio áulico o fuera de este, con la finalidad de que los estudiantes se apropien de estos contenidos, para su interiorización y aplicación en la solución de problemas intra y extra matemáticos.

También, resulta importante para el PEA de la matemática los aspectos que se han tenido en cuenta: los fundamentos filosóficos, psicológicos, pedagógicos, sociológicos y didácticos para garantizar la apropiación de los conocimientos necesarios de forma instructiva, educativa y desarrolladora con un proceso sistemático de aproximación a la

realidad científica y tecnológica, para la construcción de instrumentos intelectuales eficaces para conocerla, analizarla y transformarla.

### **2.2.1- Modelo de la dinámica de contenidos básicos matemáticos con el uso de Asistentes Matemáticos**

Teniendo en cuenta estos fundamentos y desde un enfoque integral se identifican los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial, con el uso de asistentes matemáticos, que en sus relaciones dialécticas revelan la intencionalidad y el propósito del modelo, así como el camino para lograrlo. O sea, sustituyen de forma parcial la ejecución manual de procedimientos matemáticos en el sentido del modelo de Murakami-Hata y propician el uso de nuevas vías de apropiación del conocimiento basada en la exploración y visualización, no usual en la dinámica tradicional. El grupo advierte los peligros del uso indiscriminado de la computadora y el autor se refiere al empleo del software, pero también es imprescindible atender los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje: objetivo, contenido, métodos, medios, formas organizativas y problema, desde un adecuado proceso instructivo, educativo y desarrollador para lograr la participación integrada de los estudiantes y docentes.

Como intencionalidad del modelo se identifica la orientación del pensamiento matemático para la apropiación de contenidos básicos, componentes que expresa el ordenamiento de conceptos, juicios y razonamientos a partir del estudio de cuadros analíticos y gráficos para el establecimiento por parte del estudiante de la lógica de apropiación de esos contenidos.

Entonces, la orientación del pensamiento matemático para la apropiación de contenidos básicos se logra, si en la dinámica sistematizadora se trabaja en la exploración analítica

y en la visualización a través del asistente, de los contenidos básicos matemáticos.  
(Figura 1)

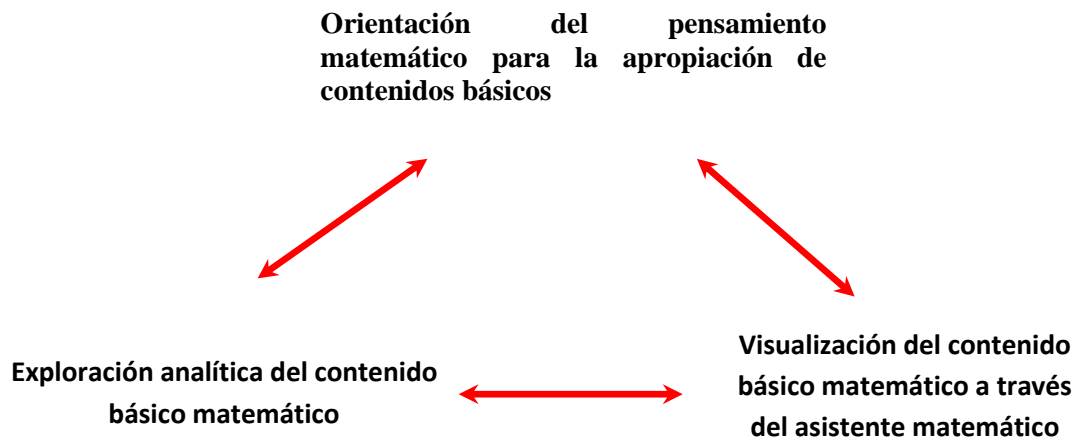


Figura 1. Relación orientación–exploración–visualización CONTEMPLACIÓN VIVA

La exploración analítica del contenido básico matemático es la categoría que expresa el proceso de estudio de conceptos de alto nivel de complejidad de una manera informal, en los primeros estadios de la dinámica formativa para la elaboración de conjeturas y el establecimiento por parte del estudiante de una lógica de apropiación de los contenidos básicos.

El estudio de conceptos requiere de un intercambio profesor estudiante, de manera que estos no se impongan de forma acabada, sino que sean construidos por los estudiantes bajo la guía del profesor, que mediante preguntas intencionadas y secuenciales facilita este proceso.

En este sentido, la exploración analítica del contenido básico matemático se contrapone a la visualización del contenido básico matemático por medio de los Asistentes Matemáticos, debido a que, aunque posibilita el análisis de casos particulares y ejecutar representaciones gráficas no sustituye este intercambio entre

profesor estudiante, sin embargo, complementa este proceso, por lo que ambas categorías constituyen una unidad dialéctica.

La visualización del contenido básico matemático mediado por los Asistentes Matemáticos, es por tanto la categoría que expresa la vía o camino para la interpretación del contenido básico matemático que se presenta a la contemplación.

Este proceso de visualización como vía para la interpretación, tiene como limitante que solo se puede formalizar de manera eficaz si se aprende a leer de manera adecuada el tipo de comunicación que la sustenta, lo cual se logra a partir de la aprehensión de contenidos mediante la exploración analítica.

Por lo tanto, la exploración analítica del contenido básico matemático y la visualización del contenido básico matemático por mediación de Asistentes Matemáticos son categorías yuxtapuestas, pero a la vez se complementan. La exploración analítica prepara al estudiante para leer e interpretar lo que se visualiza, en tanto la visualización con el uso de asistentes matemáticos impulsa el proceso exploración analítica, de manera que el estudiante pueda contemplar un mayor número de casos particulares, de gráficos y procesos para con niveles superiores de razonamiento realice de forma analítica los procedimientos matemáticos.

Estas categorías se sintetizan en la apropiación del contenido básico con el uso de asistentes matemáticos, como categoría que expresa el proceso de enriquecimiento progresivo de los conocimientos, habilidades, valores y valoraciones desde el estudio de cuadros analíticos y gráficos.

Del análisis deviene la necesidad de establecer una relación en la dinámica de contenidos básicos matemáticos con el uso de los Asistentes Matemáticos entre la

orientación del pensamiento matemático para la apropiación de contenidos básicos y apropiación del contenido básico con el uso de Asistentes Matemáticos, mediada por la unidad dialéctica: exploración analítica del contenido básico matemático-visualización del contenido básico matemático mediado por los Asistentes Matemáticos. Esta relación determina la dimensión analítica contemplativa de contenidos básicos matemáticos con el uso de asistentes matemáticos. (Figura 2)

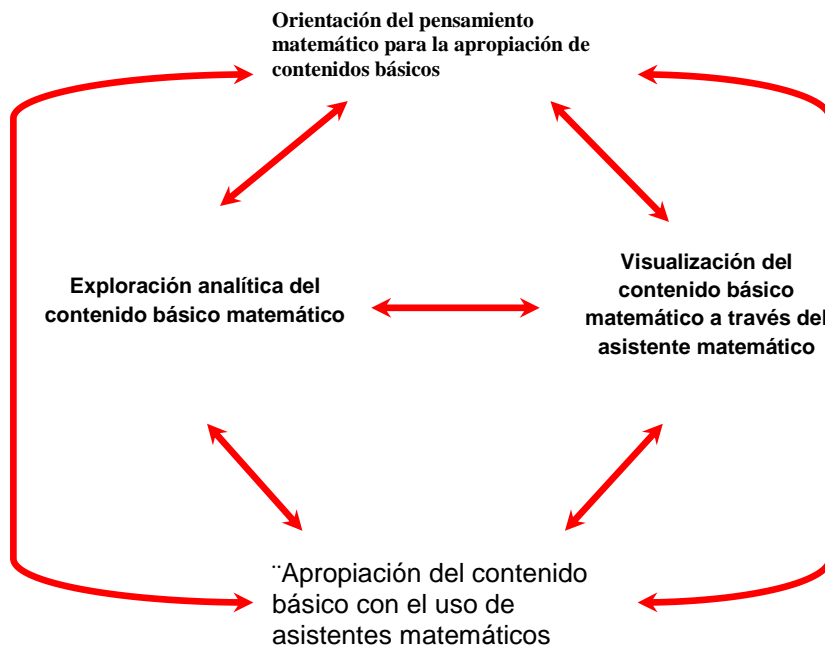


Figura 2. Dimensión analítica contemplativa: COTEMPLACIÓN VIVA-PENSAMIENTO ABSTRACTO

La dimensión analítica contemplativa de la dinámica sistematizadora de contenidos básicos matemáticos con el uso de los Asistentes Matemáticos expresa los vínculos que debe tener este proceso, con los cuadros analíticos y gráficos para la orientación

del pensamiento en el estudio de contenidos básicos y el logro de niveles superiores de apropiación de esta cultura matemática.

Sin embargo, para que la apropiación del contenido básico con el uso de asistentes matemáticos alcance los niveles deseados en esta modelación, se requiere que el estudiante comprenda el contenido básico matemático desde cuadros analíticos y de la argumentación de procedimientos matemáticos informatizados. (Figura 3)

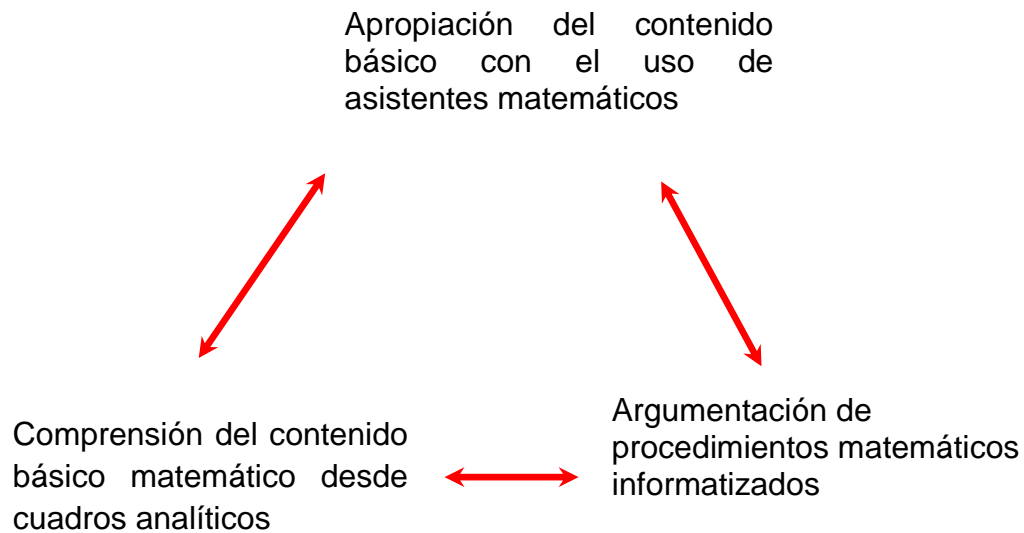


Figura 3. Relación apropiación–comprensión–argumentación. CONSOLIDACIÓN DEL PENSAMIENTO ABSTRACTO

La comprensión del contenido básico matemático desde cuadros analíticos deviene en configuración de la dinámica sistematizadora de contenidos básicos matemáticos con el uso de los Asistentes Matemáticos, en tanto expresa el proceso a través, del cual el estudiante elabora significados al interactuar con el contenido, el docente y otros estudiantes.

El profesor en el aula es insustituible, solo él puede identificar cómo encausar la dinámica que se genera para lograr la comprensión, lo que se contrapone a los tipos de enseñanza que absolutizan el uso de mediadores. Sin embargo, si estos se utilizan racional e intencionalmente, exigiéndose las argumentaciones pertinentes de lo contemplado, contribuyen de forma favorable a la comprensión. Por tanto, la comprensión del contenido básico matemático desde cuadros analíticos y la argumentación de procedimientos matemáticos informatizados, constituyen un par dialéctico, en tanto se contraponen y complementan en la dinámica modelada.

La argumentación de procedimientos matemáticos informatizados, expresa el proceso de establecimiento de juicios y razonamientos propios, acerca de los procedimientos matemáticos informatizados, a partir de la interiorización de informaciones teóricas conformadas desde el estudio analítico.

La relación que se establece entre la comprensión del contenido básico matemático desde cuadros analíticos y la argumentación de procedimientos matemáticos informatizados, se sintetiza en la sistematización del contenido básico matemático en la solución de problemas intra y extramatemáticos. (Figura 4)

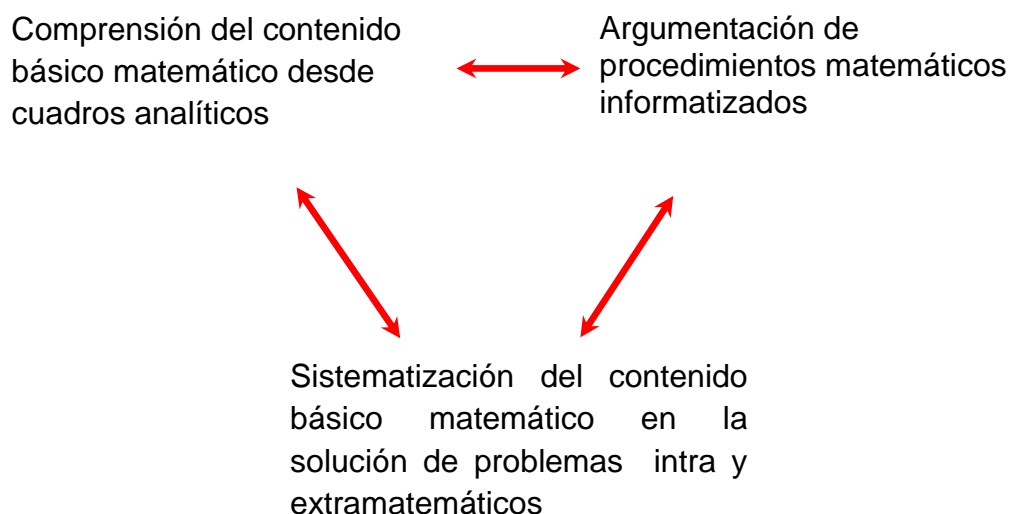
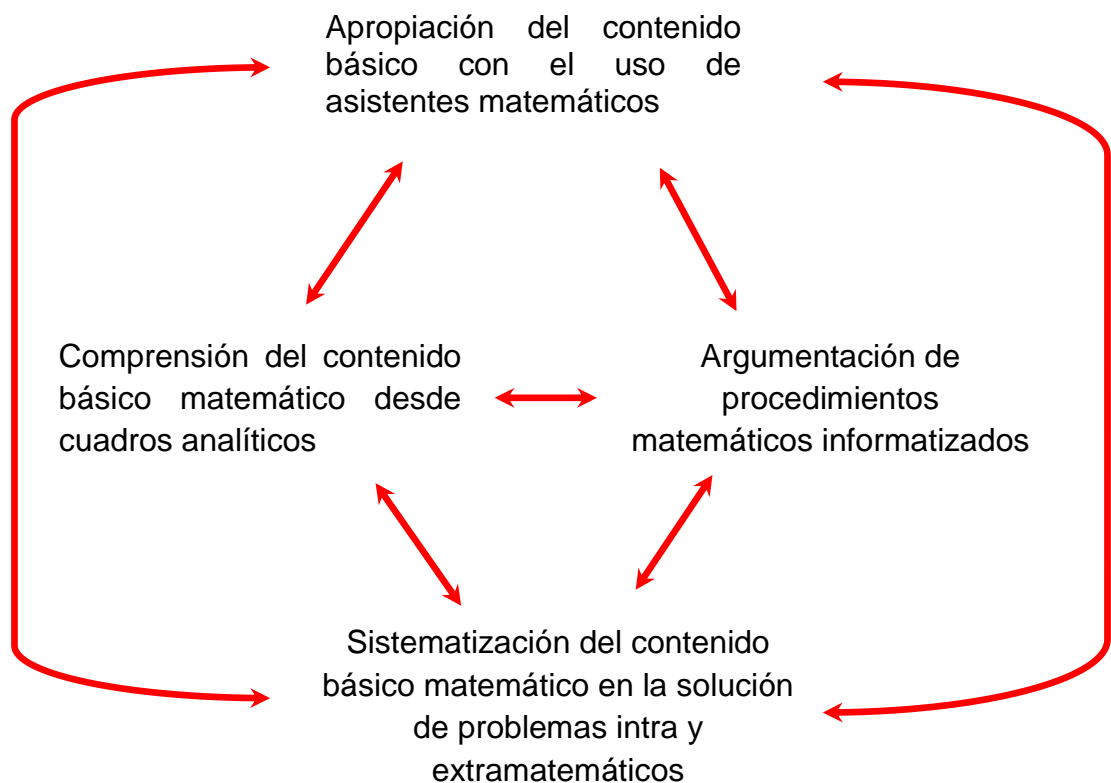


Figura 4. Relación comprensión-argumentación-sistematización

La sistematización del contenido básico matemático en la solución de problemas intra y extra matemáticos es la configuración que expresa el proceso secuencial, sistémico, contextualizado e integrador de lo gráfico y analítico en la solución de problemas contextualizados o de la matemática, como vía para la apropiación de estos contenidos básicos. También, se relaciona de forma dialéctica con la apropiación del contenido básico con el uso de asistentes matemáticos. Esta relación está mediada, por la comprensión del contenido básico matemático desde cuadros analíticos y la argumentación de procedimientos matemáticos informatizados como categorías que se dan en reciprocidad. La relación entre estas configuraciones define la dimensión sistematizadora contextualizadora del proceso modelado. (Figura 5)





## Figura 5. Dimensión sistematizadora contextualizadora: PENSAMIENTO ABSTRACTO-PRÁCTICA

La dimensión sistematizadora contextualizadora del proceso modelado expresa los vínculos propios de esta dinámica en los contenidos básicos matemáticos con el uso de Asistentes Matemáticos y el contexto profesional en la solución de problemas extramatemáticos de forma secuencial y sistémica, para el logro de niveles de producción y creación en el razonamiento de los estudiantes.

En general, en la modelación se revela la necesidad de una dinámica sistematizadora de contenidos básicos matemáticos con el uso de Asistentes Matemáticos, donde en un proceso sistematizado y contextualizado se logra la apropiación desde el análisis y la contemplación. Para ello se establece una relación entre la apropiación del contenido básico con el uso de los Asistentes Matemáticos, la orientación del pensamiento matemático para la apropiación de contenidos básicos, y su sistematización en la solución de problemas intra y extramatemáticos de dos relaciones conexas: exploración analítica del contenido básico matemático-visualización del contenido básico matemático a través de asistentes matemáticos y comprensión del contenido básico matemático desde cuadros analíticos - argumentación de procedimientos matemáticos informatizados. (Figura 6)

**Figura 6.** Modelo de la dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial con el uso de asistentes matemáticos



Del análisis se revelan dos relaciones en la dinámica sistematizadora de contenidos básicos matemáticos con el uso de asistentes matemáticos: relación de orientación visual–analítica hacia la apropiación del contenido básico matemático y relación de sistematización del contenido básico matemático con el uso de asistentes matemáticos. Se revela como regularidad esencial del modelo la lógica integradora que se logra en la dinámica sistematizadora de contenidos básicos matemáticos con el uso de Asistentes Matemáticos, entre la orientación del pensamiento matemático para la apropiación de contenidos básicos, y la sistematización del contenido básico matemático en la solución de problemas intra y extramatemáticos, para la apropiación del contenido básico con el uso de Asistentes Matemáticos, como expresión de la relación de lo analítico contemplativo y la sistematización contextualizada.

### **2.3 Estrategia didáctica para el proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial con el uso de asistentes matemáticos en la Carrera de Agronomía en la Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”**

La estrategia didáctica se sustenta en el modelo de la dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje para los contenidos básicos del Cálculo Diferencial con el uso de asistentes matemáticos, descrito en el epígrafe anterior, teniendo en cuenta la relación dialéctica entre la lógica de la capacidad mental del estudiante y la lógica de apropiación del contenido con el uso de Asistentes Matemáticos.

Los fundamentos teóricos analizados en el primer capítulo para su elaboración de manera que contribuyan a la apropiación del Cálculo Diferencial con el uso de asistentes matemáticos, mediante la solución de problemas matemáticos, cuya intencionalidad es la orientación del pensamiento matemático a través de la

comprensión desde cuadros analíticos y la argumentación de procedimientos matemáticos informatizados. Se toma en cuenta el aporte de la relación dialéctica y la dinámica entre la exploración analítica del contenido básico del Cálculo Diferencial y la visualización de los asistentes matemáticos, que influye de manera favorable en la transformación de las insuficiencias que se presentan en el proceso de solución de problemas matemáticos, en relación a la aplicación del Cálculo Diferencial, que limita la pertinencia formativa del ingeniero en la carrera de Agronomía.

Como vía para la instrumentación del modelo y su concreción en la práctica se opta por una estrategia didáctica, a través de la cual los docentes puedan incorporar a su actuación pedagógica diaria, lo referido a la gestión del conocimiento en la dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial para estudiantes de las carreras de Agronomía, de modo que permita dirigir la formación y de manera explícita, para así construir el conocimiento matemático que le brindan los contenidos del Cálculo Diferencial.

Múltiples son, las clasificaciones sobre el término estrategia, en este trabajo se toma como definición de estrategia didáctica, según Rodríguez del Castillo (2004) a la proyección de un sistema de acciones a corto, mediano y largo plazo que permite la transformación del proceso de enseñanza-aprendizaje en una asignatura, nivel o institución tomando como base los componentes del mismo y que logra los objetivos propuestos en un tiempo concreto.

El objetivo general de esta estrategia didáctica es: contribuir al perfeccionamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial con el uso de asistentes matemáticos en la carrera de Agronomía en la Universidad de Sancti Spíritus “José

Martí Pérez” de manera que se integre el uso de estos medios con los procedimientos tradicionales.

#### PREMISAS DE LA ESTRATEGIA

1- Preparación metodológica del claustro, sobre el uso de asistentes matemáticos en la impartición de los contenidos básicos del Cálculo Diferencial que así lo requieren.

2- Existencia y condiciones de los recursos materiales, en especial, de los medios de enseñanza y muy en particular del estado actual de los laboratorios de computación.

3- Motivación de estudiantes y profesores para la actividad que realizan.

4- Disposición del claustro a aceptar los posibles cambios en su quehacer profesional, incluido, como imprescindible, la preparación que se requiere para su puesta en práctica.

Al tener en cuenta que las premisas constituyen las condiciones que permiten la puesta en práctica de la estrategia, es necesario e importante destacar que en caso que algunos de estos requerimientos no estén dados, es recomendable implementar actividades, con los implicados, dirigidas a lograr los requerimientos mencionados.

En correspondencia con la regularidad del modelo y teniendo en cuenta:

-La relación que se establece entre la comprensión del Cálculo Diferencial desde cuadros analíticos, y la argumentación de procedimientos matemáticos informatizados.

-La necesidad de la sistematización del Cálculo Diferencial en la solución de problemas matemáticos, como una vía principal para la apropiación del contenido con el uso de Asistentes Matemáticos, y con ello mejorar la orientación del pensamiento matemático.

-La relación entre la exploración analítica del contenido básico del Cálculo Diferencial y su visualización a través de Asistentes Matemáticos; y los Asistentes Matemáticos,

como elemento esencial para la apropiación del Cálculo Diferencial, sobre la base de la formación de una cultura general.

-Las cualidades o rasgos distintivos del proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial que devienen de su interpretación desde lo analítico contemplativo y la sistematización contextualizada.

La estrategia debe manifestarse en dos etapas:

- La primera está dirigida al tratamiento de lo analítico-contemplativo, donde se realizan las acciones pertinentes para poder orientar en su estudio, el pensamiento para la apropiación de contenidos básicos. En esta etapa se ejecuta el Diagnóstico inicial y la planificación de su aplicación.
- La segunda etapa se concreta en la tarea de lograr la sistematización contextualizada, lo que requiere de una secuencia y sistematicidad del contenido del Cálculo Diferencial para el logro de niveles de producción y creación en el razonamiento de los estudiantes. En esta etapa se realiza la ejecución y la evaluación de las actividades diseñadas para lograr la apropiación del conocimiento matemático, con el uso de los asistentes matemáticos.

Los participantes principales de la estrategia son los profesores y estudiantes, los primeros tienen como función dirigir el proceso de enseñanza-aprendizaje para lograr la sistematización contextualizada del conocimiento matemático en los contenidos básicos y los segundos ser los actores protagónicos en el proceso de apropiación de sus conocimientos en estos contenidos básicos.

En general, la estructura sistémica de la estrategia tiene una organización coherente, sus acciones se integran y direccionan hacia la transformación deseada en el estudiante. Se explicita en tres trayectorias:

- Trayectoria epistémica: se precisan tanto los elementos constitutivos de algunos temas del Cálculo Diferencial como la secuenciación de los mismos en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Anexos 15 y 17).
- Trayectoria docente y del estudiante: se inducen las funciones del profesor y de los alumnos asociadas a cada elemento del contenido del Cálculo Diferencial (Anexos 14 y 16).
- Trayectoria mediacional: se precisa la distribución de los recursos temporales y tecnológicos utilizados en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial (Anexo 18).

Estas recorren desde la orientación del pensamiento Matemático para la apropiación del Cálculo Diferencial hasta la visualización de este contenido a través de los Asistentes Matemáticos. (Anexos 14 al 18)

Se parte de un diagnóstico en el que se evidencia un problema y sus causas fundamentales, se proyectan y ejecutan un sistema de acciones intermedias y progresivas, organizadas por niveles, que permiten alcanzar de forma paulatina el objetivo propuesto. Luego se establecen indicadores para el control y evaluación de las acciones desarrolladas.

Como premisas esenciales para esta etapa de la estrategia están:

- Las características de la disciplina para concebir el trabajo metodológico que se realiza en los departamentos docentes de Matemática.

- La calidad de la preparación que tienen los docentes en los contenidos del Cálculo Diferencial, para contribuir con el uso de Asistentes Matemáticos a la pertinencia formativa del profesional.
- El grado de motivación que logren estudiantes y profesores, en relación con las acciones que se ejecutan en la estrategia.
- Nivel de concientización por parte de estudiantes y profesores de los componentes de la estrategia.

El objetivo general de la etapa está en: diagnosticar, planificar y diseñar la dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial en la carrera de Agronomía, sustentada en un modelo de dicha dinámica con el uso de asistentes matemáticos.

PRIMERA ETAPA: Analítico-contemplativo

Objetivo: Orientar el pensamiento en el estudio de contenidos básicos y el logro de niveles superiores de apropiación de esta cultura matemática, de forma tal que exprese los vínculos que debe tener este proceso con los cuadros analíticos y gráficos, complementado con el uso de Asistentes Matemáticos.

Acciones a desarrollar:

- Ejecutar un taller con los profesores de Matemática que imparten el Cálculo Diferencial, donde se declaren las pautas de la asignatura, se fundamenten los objetivos de la estrategia y se intercambien criterios que contribuyan a una mejor organización y planificación.
- Determinar los vínculos entre los cuadros analíticos y gráficos (transferencia entre representaciones), para la orientación del pensamiento en el estudio de



contenidos básicos del Cálculo Diferencial y el logro de niveles superiores de apropiación de esta cultura matemática.

- Estructurar los contenidos, de manera que la apropiación del contenido del Cálculo Diferencial con el uso de asistentes matemáticos, para la apropiación de una cultura matemática.
- Fomentar el estudio de conceptos de alto nivel de complejidad de una manera informal, en los primeros estadios de la dinámica.
- Propiciar conceptos de una manera informal que garantice el establecimiento por parte del estudiante de conjeturas o criterios que enriquezcan su lógica en la apropiación de los contenidos básicos.
- Utilizar métodos que propicien elevar la autoestima de los estudiantes, su toma de conciencia de lo que es capaz de hacer, su independencia para la selección de alternativas de trabajo, emprender actividades y tomar decisiones.
- Organizar la dinámica de las actividades docentes de manera que se propicie la participación, el trabajo individual y en grupos, donde prevalezcan los principios de criticidad, creatividad y discusión académica de forma desarrolladora.
- Formular ejercicios y problemas que requieran de acciones lógicas como: analizar, sintetizar, interpretar, generalizar, entre otras, donde se disminuyan actividades cuyo proceso mental es de inferior jerarquía.
- Desarrollar en las diferentes actividades la habilidad argumentar, por la estrecha vinculación que tiene con la actividad mental de visualizar.

- Exigir, durante las clases, un uso del lenguaje matemático apropiado, así como la argumentación de los procedimientos de solución para los ejercicios o problemas.
- Orientar tareas que lleven al estudiante a interpretar representaciones gráficas y transferirlas al cuadro analítico.
- Fomentar el intercambio de opiniones, la discusión abierta y respetuosa desde las diferentes formas de clase.

○ **Diagnóstico.**

Objetivo: Determinar las fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades relacionadas con el proceso de apropiación de sus conocimientos matemáticos en los contenidos básicos del Cálculo Diferencial, desde el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática.

Acciones:

Selección y elaboración de instrumentos para el diagnóstico.

Aplicación de los instrumentos seleccionados a los implicados en la estrategia.

Análisis de los principales resultados obtenidos.

Para el diagnóstico se recomienda su ejecución al inicio de la asignatura, aunque debe mantenerse a lo largo de esta, por ejemplo, al inicio de cada tema, a manera de control para valorar los cambios que se operan en los conocimientos e ideas previas diagnosticadas al inicio. Las investigaciones didácticas, emplean diseños experimentales donde se combinan metodologías cualitativas y cuantitativas para diagnosticar el estado inicial de los estudiantes: las entrevistas y los cuestionarios. Por tal razón, en esta etapa de la estrategia se recomienda el uso de alguna de estas

variantes, con el objetivo de conocer el estado inicial de los estudiantes y de poder detectar sus potencialidades y dificultades.

Se considera esencial la determinación de la problemática existente, con la detección de la situación real que se presenta. En este momento es primordial la observación de la dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial, para conocer las particularidades del modo en que se manifiestan los procesos del pensamiento de cada estudiante ante la resolución de problemas, con el uso de Asistentes Matemáticos, su rendimiento académico, así como su comparación con los resultados alcanzados en los niveles de educación que le anteceden.

Análisis de las causas que originan la situación:

Se realiza el análisis de las insuficiencias que se presentan en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial que originan la problemática existente. Para ello, se aplican técnicas e instrumentos que permiten corroborar la implicación, ya sea de los estudiantes o profesores, como encuestas, entrevistas, pruebas de conocimientos, pruebas psicopedagógicas.

Este diagnóstico debe asegurar:

La caracterización del nivel de concientización de la responsabilidad que tiene el profesor universitario en la preparación de las estructuras cognitivas indispensable para el uso de asistentes matemáticos en sus clases.

La determinación de las insuficiencias que se presentan en la comprensión del Cálculo Diferencial desde lo analítico, lo cual constituye pre requisito para argumentar los procedimientos matemáticos informatizados.

El establecimiento del nivel del uso de asistentes matemáticos que tienen los estudiantes de la carrera de Agronomía.

Es importante el análisis de las indicaciones metodológicas de los programas de las asignaturas, de cómo se orienta al profesor para que logre el empleo en sus clases de los asistentes matemáticos.

Luego de tener los resultados, se recomienda analizar y valorar en el colectivo de disciplina de Matemática los hallazgos revelados en el diagnóstico, para concientizar a los docentes de la necesidad de materializar la estrategia y se sientan la parte más responsable en la ejecución de ella.

Niveles y acciones a desarrollar

Se definen dos niveles: dirigidos al tratamiento de lo analítico-contemplativo y a la sistematización contextualizadora.

Cada nivel incluye un sistema de acciones que responde al objetivo que se plantea, se enmarca en un plazo de tiempo determinado, y se precisan las actividades a ejecutar.

- Planificación

Objetivo: Planificar las actividades docentes para que los estudiantes puedan apropiarse de los conocimientos propios de estos contenidos básicos con el uso del asistente matemático, de forma planificada, independiente, flexible, reflexiva y responsable.

Acciones:

Determinar los objetivos integradores del programa de la asignatura donde se concreta la estrategia en función del tratamiento de estos contenidos básicos, con el uso del

asistente matemático, lo cual constituye una condición necesaria atendiendo a estos presupuestos.

Determinar los métodos didácticos orientados a propiciar el cuestionamiento, la actitud de búsqueda, el procesamiento de la información, el reconocimiento de la propia identidad, el aprender el autor a regularse, el progreso de un pensamiento crítico y la solución a la problemática abordada en estos contenidos.

Elaborar recursos didácticos que permitan enfatizar en los aspectos de interacción y cooperación del proceso de enseñanza-aprendizaje, tareas de búsqueda de información, de indagación y de exploración. Se requieren recursos que, al estar centrados en el alumno, tengan la flexibilidad necesaria para que se ajusten a las condiciones de su aprendizaje, teniendo en cuenta las particularidades de los estudiantes y el contexto social y cultural en el que estos se desenvuelven. Esto conlleva necesariamente a la interacción de los docentes, coordinar acciones entre ellos para la elaboración de dichos recursos didácticos.

Diseñar tareas integradoras, en las que los estudiantes deban sistematizar la aplicación del Asistente Matemático, cuando el contenido lo requiera con independencia, integridad y responsabilidad.

Para la tipificación de las tareas se toma como referente la clasificación genérica que proponen los autores Machado, Montes de Oca y Mena (2008) y González (2009) y en correspondencia con los propósitos del modelo didáctico de gestión del conocimiento del autor, se proponen los siguientes tipos:

Tareas para orientar, motivar y asegurar condiciones:

Su objetivo esencial es lograr la disposición positiva necesaria para la aplicación del asistente matemático, en estos contenidos básicos del Cálculo Diferencial y así contribuir al logro de la orientación valorativa hacia situaciones relacionadas con su contextualización.

Estas permiten localizar las fuentes de información, utilizar diversas estrategias e instrumentos de indagación, la recopilación de información, experiencias, vivencias, para recuperar el conocimiento matemático.

Tareas para procesar el conocimiento matemático: garantizan analizar, organizar y comparar los resultados del conocimiento matemático obtenido, en correspondencia con las necesidades de aprendizaje de los estudiantes, para lograr la comprensión de la información y de los conocimientos y dar respuesta a los retos del saber.

Tareas para operar con el conocimiento matemático. Su objetivo esencial es que los estudiantes integren, generalicen, apliquen y transfieran los conocimientos matemáticos y los valores desarrollados, a partir de sus recursos personológicos y la lógica de los procesos o actividades relacionados. Además, utilicen los conocimientos matemáticos obtenidos y procesados en la solución de problemas.

Tareas para comunicar el conocimiento matemático. Su objetivo es lograr que los estudiantes realicen intercambios de ideas, pensamientos, opiniones y en general del conocimiento obtenido, de la información procesada y del proceso de operar con los conocimientos matemáticos obtenidos y procesados.

Las tareas deben cumplir los siguientes requisitos:

Favorecer la indagación, la crítica, la reflexión, deben incluir situaciones donde los estudiantes puedan explicitar los significados de términos y símbolos matemáticos,

según el tratamiento desde diversas bibliografías y la variedad de registros semióticos utilizados en la actividad Matemática.

Ser individuales o colectivas, promoviendo la reflexión y esfuerzo intelectual de cada alumno, a través de la interacción alumno-alumno, alumno-profesor, alumno-grupo y profesor-grupo en un ambiente comunicativo.

Ser evaluativas dada la concepción de la evaluación asumida por el autor como función del proceso, permite al docente dar seguimiento a la formación y perfeccionamiento de la capacidad adquirida de los conocimientos matemáticos con el uso de Asistentes Matemáticos y su oportuna aplicación

Segunda Etapa: Sistematización.

Objetivo: Contribuir al vínculo de la dinámica de contenidos básicos matemáticos usando Asistentes Matemáticos con el contexto profesional en la solución de problemas matemáticos de forma secuencial y sistémica para el logro de niveles de producción y creación en el razonamiento de los estudiantes.

Acciones a ejecutar:

- Contribuir a que el estudiante elabore significados con interacción en el contenido, el profesor y otros estudiantes.
- Utilizar los mediadores didácticos, racional e intencionalmente, exigiéndose las argumentaciones pertinentes de lo contemplado, para contribuir a la comprensión.
- Incentivar la comprensión del contenido básico matemático desde cuadros analíticos y la argumentación de procedimientos matemáticos informatizados.

- Orientar a los estudiantes sistemas de ejercicios que contribuyan a la formación de una sucesión de juicios y razonamientos propios acerca de los procedimientos matemáticos informatizados a partir de la interiorización de informaciones teóricas conformadas desde el estudio analítico.
- Ejecutar el sistema de clases, de manera que se incluya la apropiación del Cálculo Diferencial en la solución de problemas intra y extramatemáticos, no de forma independiente, sino mediante la comprensión desde cuadros analíticos integrados con la argumentación de procedimientos informatizados.
- En las clases prácticas, profundizar en la lógica del proceso de resolución de ejercicios y problemas, no en la solución, como una vía para ejecutar la dinámica del Cálculo Diferencial.
- Trabajar con ejemplos, no-ejemplos y contraejemplos, símbolos, diagramas, modelos y demostraciones en el tratamiento de todo el contenido.
- Emplear la resolución de ejercicios y problemas en todos los temas, con espacios para la explicación, con argumentos sólidos y reflexiones desarrolladoras desde los métodos empleados en su resolución con la interpretación de las soluciones.

Evaluación y control de la efectividad de las acciones concebidas:

La estrategia didáctica para la apropiación del contenido del Cálculo Diferencial en la carrera de Agronomía cuenta con un sistema de control que permite la retroalimentación de todo el proceso, la valoración del grado de cumplimiento de los objetivos, donde se conciben formas de revisión de los cambios que operan en el entorno de formación, la ejecución de las correcciones y reorientación del mismo.



El control se materializa en el sistema de evaluación de la transformación que ocurre en las estructuras cognitivas de los estudiantes al apropiarse del Cálculo Diferencial con el uso de asistentes matemáticos, para ello se asumen los siguientes indicadores:

- Apropiación de los fundamentos mínimos exigibles de la disciplina Matemática General.
- Dominio de conceptos, procedimientos, métodos de solución.
- Independencia cognoscitiva.
- Desempeño del razonamiento lógico.
- Apropiación de los procedimientos lógicos del razonamiento.
- Eficacia en la solución de problemas y ejercicios matemáticos.
- La evaluación no debe aplicarse en un solo momento, debe ser sistemática, desde el diagnóstico, hasta la valoración de los resultados.

○ **Ejecución**

Objetivo: Concretar lo planificado según las fases que se proponen en el modelo, lo que implica tomar en cuenta las relaciones entre los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje y la utilización de métodos que permitan contribuir a la aplicación de asistentes matemáticos en los contenidos básicos del Cálculo Diferencial establecidos.

Acciones:

- Orientar, analizar y ejecutar las tareas.
- Evaluar las tareas.
- Retroalimentación del proceso.

En correspondencia con las fases del modelo de gestión del conocimiento matemático desde el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática; el análisis y la ejecución tienen como hilo conductor el enfrentamiento del estudiante para resolver tareas integradoras. En esta etapa interactúan directamente el profesor y los alumnos, los alumnos entre sí y todos estos con los procesos que acontecen en el entorno social a través de la tarea, creándose las condiciones propicias para la formación y mejora de la competencia sistematizar el conocimiento matemático.

Primeramente, se debe prestar atención especial a la orientación motivacional-axiológica para la obtención del conocimiento matemático por parte de los estudiantes, que está en correspondencia con la motivación, esta constituye el momento del proceso destinado a propiciar la apertura y disponibilidad para sistematizar los conocimientos, con tareas que potencien la disposición positiva necesaria para sistematizar el conocimiento matemático y contribuir al logro de la orientación reflexiva y valorativa hacia situaciones relacionadas con la carrera, con la vida, entre otras, donde se pongan de manifiesto determinados valores esenciales en la gestión del conocimiento matemático.

Mediante tareas integradoras, el estudiante localiza las fuentes de información, utiliza diversas estrategias e instrumentos de indagación, recopila información, experiencias, vivencias, entre otras, para recuperar el conocimiento matemático necesario para resolver dicha tarea. En ella se pone de manifiesto, con carácter de regularidad la relación entre objetivo–objeto–método, al precisar en ¿qué se persigue?, ¿qué necesito conocer? y ¿cómo logro? Motivar a los estudiantes por ese conocimiento. Cuando se introduce el concepto de derivada, se debe enfatizar en los conceptos de pendiente,

recta tangente, tangente a una curva en un punto, los valores de las pendientes de las rectas tangentes a una curva, velocidades y otras razones de cambio, hasta indagar en sus múltiples aplicaciones en la carrera de Agronomía.

Luego el procesamiento del conocimiento matemático, contempla las acciones del profesor y de los estudiantes para garantizar la comprensión del conocimiento y lograr la reflexión metacognitiva necesaria para el aprendizaje. Las tareas integradoras propuestas por el profesor le facilitan al estudiante analizar, organizar y comparar los resultados del conocimiento matemático obtenido, para lograr la comprensión de la información y los conocimientos y dar respuesta a los retos del saber. En esta etapa el método juega un papel importante, se debe lograr que el proceso sea lo más productivo, las tareas van encaminadas a que el estudiante se enfrente a la solución de problemas, propiciando que esté operando con los conocimientos necesarios pueda resolver los de forma consciente. Es importante señalar que el estudiante no tiene que resolver el problema solo, sino que puede interactuar con sus compañeros de grupo, con sus profesores.

La operación con el conocimiento matemático, se lleva a cabo a partir de que los estudiantes integren, generalicen, apliquen y transfieran los conocimientos matemáticos y los valores desarrollados, a partir de sus recursos personológicos y la lógica de los procesos o actividades relacionados. Las tareas propuestas con este fin permiten al estudiante saber aplicar lo aprendido a situaciones nuevas. Para operar con el concepto de derivada a partir de la ecuación de una función, al estudiante se le orienta calcular la primera derivada en ese punto, luego encontrar la ecuación de la recta tangente a dicha curva en ese punto, graficar la curva de la función y la recta en un

mismo gráfico, hasta obtener que la primera derivada en ese punto es el valor numérico de la pendiente de la recta tangente a la curva en ese punto.

Para el análisis de los conocimientos básicos del Cálculo Diferencial se agrupan en un conjunto de elementos asociados a los conceptos de derivada y de diferencial que incluye desde las situaciones-problemas y tareas que conducen a la formación o aplicación de estos conceptos con los procedimientos necesarios para resolver estas situaciones y tareas. (Anexo 17).

Operar con el conocimiento matemático es un proceso que presupone la integración y generalización de los conocimientos, hábitos y habilidades desarrolladas y en el que cobra especial importancia la contradicción siempre ascendente entre el nivel de profundidad revelado en el contenido y el nivel de las potencialidades intelectuales del estudiante.

Mediante tareas integradoras que propicien la comunicación del conocimiento matemático, los estudiantes realizan intercambios de ideas, pensamientos, opiniones y en general, del conocimiento obtenido, de la información procesada y del proceso de operar con los conocimientos matemáticos obtenidos y procesados.

Por ejemplo, al resolver un problema de optimización para investigar la forma más económica para construir una lata para envasar vegetales, el profesor propicia que los estudiantes puedan comunicar, explicar, argumentar y valorar los resultados de operar con los conocimientos y concluir con juicio críticos el resultado eso no es posible para la situación planteada, a partir de expresar los argumentos suficientes. El profesor debe utilizar métodos que orienten al alumno a ordenar adecuadamente las ideas, emplear

acertadamente el vocabulario y los términos y símbolos matemáticos, manifestar sus ideas con seguridad y en forma concreta.

Se debe estimular la forma de expresar por los estudiantes el mensaje de forma adecuada, expresar con sus palabras la valoración de los resultados de una tarea. En este momento la conversación o el diálogo establecido entre los alumnos con el profesor o entre los alumnos puede considerarse como un método indispensable para ejecutar las habilidades comunicativas básicas.

La dinámica hasta aquí analizada, con seguridad favorece el planteamiento, por parte de los estudiantes, de problemas no previstos por el profesor; como resultado de los avances y necesidades que tanto al nivel individual como al grupal vayan creándose, ello requiere del profesor el suficiente conocimiento de su ciencia y de la didáctica para enfrentar a dicha situación.

#### ○ **Evaluación**

Objetivos: Valorar el cumplimiento de los objetivos, pero no solo al final de la aplicación de la estrategia, sino en cada etapa propuesta.

Acciones:

Valorar la actividad de los estudiantes y sus resultados en relación con la competencia sistematizar el conocimiento matemático.

Llevar a cabo las modificaciones y ajustes necesarios para el perfeccionamiento de la estrategia para su aplicación coherente en el proceso docente-educativo de la Matemática universitaria.

Si el proceso de enseñanza-aprendizaje es un proceso integral, sistémico, que posee objetivos, contenidos y métodos interrelacionados para lograr finalidades, entonces la

evaluación no puede tener otros fines que controlar y valorar; no puede ser asistémica ni parcial, sino todo lo contrario, debe ser un proceso que forme parte de los demás estadios.

De acuerdo con lo planteado, evaluar la dinámica del proceso, en particular de un tema, significa valorar no solo los resultados de este proceso, uno de los cuales es la formación y ejecución de la competencia sistematizar el conocimiento matemático, aparejado a la transformación cualitativa de la personalidad del futuro ingeniero, es decir, valorar si el alumno aprende a hacer algo nuevo, si integra conocimientos, domina procedimientos del pensamiento, se le despiertan nuevos intereses y sentimientos, es decir, se movilizan sus potencialidades para la gestión del conocimiento, si no valorar el proceso en sí mismo, sus avances y retrocesos y esto a su vez significa evaluar en qué medida intervienen en el logro de dichos resultados, los diferentes elementos dinámicos que lo conforman, el objetivo, el contenido, los métodos y los problemas.

Teniendo en cuenta la evaluación como proceso y como resultado en la estrategia, en el acto de evaluar deben ser considerados los siguientes aspectos:

Evaluar los resultados de acuerdo con los objetivos integradores.

Evitar tareas reproductivas.

Evaluar al comienzo del tema o asignatura los conocimientos previos, activándolos y trabajando a partir de estos.

Usar de manera productiva el error, al valorar las interpretaciones y conceptualizaciones de los estudiantes que se alejen de la idea o teoría aceptada por el profesor.

Evaluar todos los aspectos del contenido, no solo los conceptuales sino los relativos a los procedimientos, métodos, modos de actuar, así como las actitudes desarrolladas durante el proceso de apropiación de dichos contenidos.

Controlar y retroalimentar el proceso, para valorar su marcha y reorientar sus direcciones y métodos.

Plantear en la evaluación situaciones y tareas integradoras, que requieran de la generalización y transferencia de los conocimientos y habilidades al a nueva situación.

Utilizar las tareas integradoras como una vía para ejercer el control, para estimular la autoevaluación el autocontrol y la autocorrección y promover el trabajo independiente, la búsqueda de información y de formas de procesarla, así como el trazarse metas cada vez más altas.

Establecer criterios de referencia específicos que permitan evaluar los cambios (vid. Infra). La evaluación, en busca de integralidad, debe comprobar, valorar y reorientar todo el proceso.

Lo anterior hace de esta un estadio del proceso, determinado y comprometido con la concepción didáctica asumida. No es un acto final, sino que va ocurriendo a lo largo del desarrollo del propio proceso, en sus diversas fases.

La puesta en práctica de esta estrategia garantiza cambios en la dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática para estudiantes de la carrera de Agronomía, tanto en lo estructural como funcional. En el capítulo siguiente se ilustra la aplicación parcial de la estrategia diseñada en conformidad con los argumentos planteados y que sirve como punto de partida para el tratamiento de la dinámica de dicho proceso.

## **Conclusiones del capítulo II**

-El estudio diagnóstico aporta carencias teóricas y metodológicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial en la carrera de Agronomía, con el uso de Asistentes Matemáticos y la dinámica de las clases, así como insuficiencias en la preparación de los profesores, el equipamiento computacional y su utilización en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la facultad en función de la formación profesional.

-El modelo propuesto caracteriza y concreta los fundamentos necesarios para la dinámica sistematizada de los contenidos básicos del Cálculo Diferencial con el uso de Asistentes Matemáticos, el cual se sustenta en los referentes teóricos analizados en el Capítulo I, y en la sistematización que revelan las categorías, expresiones de la totalidad para la dinámica sistematizada de los contenidos básicos matemáticos con el uso de Asistentes Matemáticos, y sus dimensiones a partir de la relación que se establece entre las categorías.

-La estrategia didáctica se sustenta en el modelo para la dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje de los contenidos básicos del Cálculo Diferencial, la cual se estructura por etapas y acciones que contribuyen a lograr el objetivo propuesto. La estrategia tiene dos niveles o momentos: el primero dirigido al tratamiento de lo analítico-contemplativo. El segundo se concreta en lograr la sistematización, expresada en una secuencia de contenidos para el Cálculo Diferencial, en función del logro de niveles de producción y creación para el razonamiento y resultados de los estudiantes.



### **CAPÍTULO III**

**EVALUACIÓN DE LA PERTINENCIA CIENTÍFICO-METODOLÓGICA DE LOS  
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN Y EJEMPLIFICACIÓN PRÁCTICA**

### **CAPÍTULO III. EVALUACIÓN DE LA PERTINENCIA CIENTÍFICO-METODOLÓGICA DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN Y EJEPLIFICACION PRÁCTICA**

En este capítulo se aplica el método de criterio de experto para corroborar el valor científico metodológico del modelo y la estrategia para el proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial con el uso de asistentes matemáticos en la carrera de Agronomía. Se realiza posterior a la aplicación de la estrategia didáctica propuesta y se presentan los resultados obtenidos.

#### **3.1. Valoración por criterio de expertos de la Estrategia Didáctica.**

Para la valoración cualitativa del modelo y la estrategia didáctica, resultados de la investigación, se utiliza el método Criterio de Expertos. Este permite determinar la factibilidad de los resultados, además de perfeccionar y enriquecer la propuesta.

Para la aplicación del método se utiliza el siguiente procedimiento, ideado a partir del artículo de (Campistrous y Rizo 1999 b):

- Selección de los expertos.
- Determinación de un conjunto de indicadores para medir la pertinencia de la alternativa propuesta como solución del problema de investigación.
- Confección de una escala para medir los indicadores.
- Confección de una encuesta para acopiar los criterios de los expertos.
- Procesamiento estadístico de la información acopiada.
- Análisis de los resultados.

Descripción de la aplicación del procedimiento anterior.

### **3.1.1 Selección de los expertos.**

Para seleccionar los expertos se toma como población a un conjunto formado por profesores de Matemática con experiencia en la enseñanza del Cálculo Diferencial pertenecientes a las Universidades de: Ciencias Informáticas (UCI), Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”, Universidad de Ciencias Pedagógicas Capitán, Silverio Blanco Núñez, de Sancti Spíritus y Universidad de Ciencias Médicas de Sancti Spíritus. De esta manera, se conforma, un grupo de 33 posibles expertos a quienes se les solicita primero su disposición a colaborar con la investigación. (Anexo 19).

Los miembros de la población seleccionada se caracterizan por ser personas creativas, con buena capacidad de análisis, espíritu crítico y autocrítico y con disposición real de colaborar en el trabajo.

Para seleccionar los miembros de la población que pudieran dar una mayor objetividad a la valoración de la propuesta (expertos), se utiliza un procedimiento que descansa en la autovaloración de estos (Campistrous y Rizo, 1998:19), (Anexo 20) el cual se puede resumir en los siguientes pasos:

- Determinación del coeficiente de competencia de cada miembro de la población escogida ( $k_c$ ).
- Determinación del coeficiente de argumentación de cada sujeto ( $k_a$ ).
- Cálculo del coeficiente de cada sujeto ( $k$ ).
- Valoración de los resultados.

### **3.1.2 Determinación del coeficiente de competencia de cada miembro de la población escogida.**

El coeficiente de competencia de los sujetos se determina por medio de su propia valoración. Para obtenerlo, se le pide a cada uno que valore su competencia sobre el tema en una escala de 0 a 10 en un instrumento que se le aplica

Determinación del coeficiente de argumentación.

Este coeficiente se calcula también a partir de la propia valoración de cada sujeto. Para su determinación se le pide que indique el grado de influencia (alto, bajo, medio) que tiene según su criterio sobre cada uno de los elementos siguientes: análisis teóricos realizados por él mismo, su experiencia, los trabajos de autores nacionales, los trabajos de autores extranjeros, su conocimiento del estado del problema en el extranjero y su intuición (Anexo 21).

Con los elementos anteriores se obtiene como resultado el coeficiente de argumentación del sujeto.

Cálculo del coeficiente de cada sujeto.

El coeficiente de cada sujeto se calcula como la media aritmética de los coeficientes de competencia y de argumentación:

$$K = \frac{1}{2} (k_c + k_a).$$

Se asume que si:

- $0,8 < K < 1,0$  el coeficiente de competencia es alto.
- $0,66 < K < 0,8$  el coeficiente de competencia es medio.

- $K < 0,65$  el coeficiente de competencia es bajo.

### **3.1.3 Valoración de los resultados de la selección de los expertos.**

De los treinta y tres posibles expertos, uno no cumple las condiciones al estar su coeficiente K por debajo del nivel medio, por lo que se reduce a 32 la cantidad de expertos.

Estos profesores y profesoras tienen una experiencia promedio en la docencia de 21,5 años, el 66% con más de 20 años de experiencia en la educación superior. El 93% de los encuestados ostentan el título académico de Master, el 47% tiene categoría de Profesor Titular, mientras que el 50% tiene el grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas y el 53% poseen la categoría docente de Profesor Auxiliar. (Anexo 22)

Determinación de un sistema de indicadores para medir la pertinencia científico-metodológica de la estrategia propuesta como solución del problema de investigación.

Se considera que la variable independiente en esta investigación es la estrategia didáctica elaborada y la variable dependiente, la calidad del aprendizaje de los conocimientos básicos del Cálculo Diferencial.

El análisis bibliográfico efectuado, seguido de consultas a distintos profesores y a expertos, se utilizó el método propuesto por (Campistrous y Rizo 1998), permitió establecer indicadores muy útiles o imprescindibles para medir las variables correspondientes según se muestra en la tabla del Anexo 23.

Para medir la pertinencia científico-metodológica de la estrategia elaborada con respecto a la solución del problema de investigación se elaboran los siguientes indicadores.

I<sub>1</sub>: originalidad de la propuesta.

I<sub>2</sub>: relevancia para la teoría.

I<sub>3</sub>: calidad de la estructuración de los elementos que componen la propuesta.

I<sub>4</sub>: utilidad para una distribución racional del tiempo a favor de las funciones del estudiante que más aportan a la comprensión.

I<sub>5</sub>: utilidad para potenciar el aprendizaje asociado a los procesos matemáticos de resolución de problemas, razonamiento, comunicación, representaciones y conexiones.

Para la evaluación de los aspectos puestos a la consideración de los expertos, se determinan las categorías de: muy adecuado, bastante adecuado, adecuado, poco adecuado e inadecuado.

A los expertos se les entrega un resumen del trabajo y una encuesta (Anexo 24)

Las respuestas a los planteamientos formulados son:

- La solución que se propone al problema de investigación es original, en el sentido de no guardar analogías con los aportes de otros investigadores.
- La investigación aporta un modelo que enriquece la teoría sobre el uso del asistente matemático en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial en la carrera de Agronomía.
- La estrategia didáctica posee una estructura adecuada en correspondencia con el modelo teórico seguido y las exigencias teóricas prácticas de los docentes de la carrera.
- La estrategia didáctica elaborada tiene efectos positivos en la distribución del tiempo a favor de las funciones del estudiante que más aportan a la comprensión del Cálculo diferencial para la carrera de Agronomía.

- La estrategia didáctica propuesta es de utilidad para potenciar la enseñanza y aprendizaje asociados a los procesos de resolución de problemas, razonamiento, comunicación, representaciones y conexiones.

Las valoraciones de los expertos son procesadas por el software PROCESA\_CE (2013) adjunto a los trabajos desarrollados por Crespo (2013). Los resultados se muestran en Anexo 25.

El primer resultado importante de este procesamiento es el nivel de concordancia de los expertos como se muestra a continuación:

| COEFICIENTE DE CONCORDANCIA   | VALOR ALFA | N-1 GL | S2/CHI (TABLAS) | S2/CHI (CALCULADO) |
|---|------------|--------|-----------------|--------------------|
| 0,438016529   | 0,05       | 4      | 0,999999999     | 19,27272727        |
|   | 0,01       | 4      | 9,487729037     |                    |
| Se rechaza la hipótesis nula (H0) de que no existe comunidad de preferencia entre los expertos para un nivel de significación de 0,05 |            |        |                 |                    |
| Se rechaza la hipótesis nula (H0) de que no existe comunidad de preferencia entre los expertos para un nivel de significación de 0,01 |            |        |                 |                    |

Con él se constata que se rechaza la hipótesis nula (H0) de que no existe comunidad de preferencia entre los expertos para un nivel de significación de 0,01, lo que nos garantiza que con un 99% de confiabilidad es posible valorar a partir del consenso de estos expertos.

El 56% de los expertos valora de muy adecuada la originalidad de la propuesta, mientras que el resto, el 44% la considera bastante adecuada. Con respecto a la

relevancia que tiene la propuesta para la teoría, también el 56,4% la considera muy adecuada, mientras que el resto se comparte entre bastante adecuada (34,3%) y adecuada (9,3%)

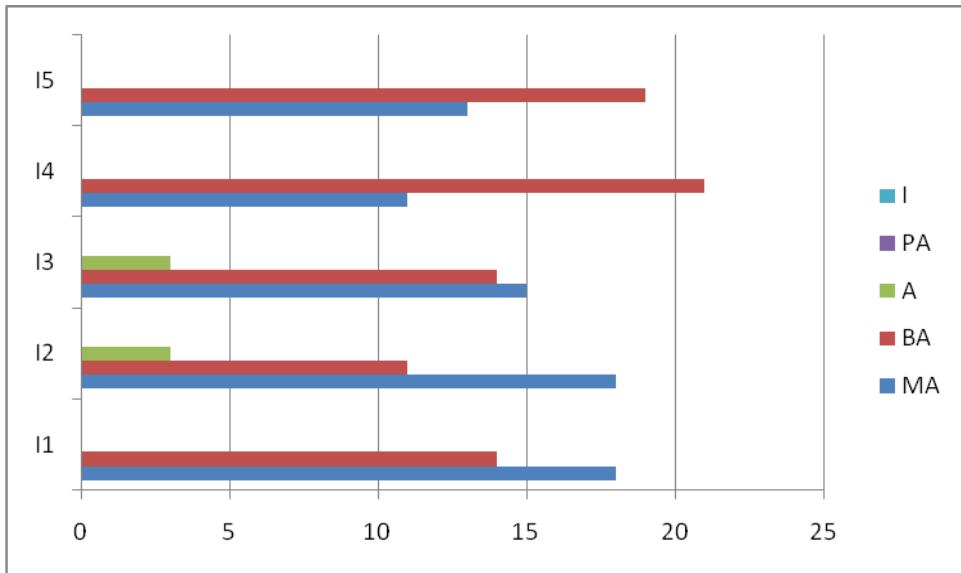
Sobre la calidad de la estructuración de los elementos que componen la propuesta los expertos dividen sus opiniones de la siguiente forma, el 47% la considera muy adecuada, el 43% bastante adecuada y el 9% de adecuada.

Al valorar la utilidad de la propuesta para una distribución racional del tiempo a favor de las funciones del estudiante que más aportan a la comprensión, el 34% la considera muy adecuada, sin embargo, la mayoría (66%) la considera bastante adecuada.

Con respecto al quinto indicador, la utilidad de la propuesta para potenciar el aprendizaje asociado a los procesos matemáticos de resolución de problemas, razonamiento, comunicación, representaciones y conexiones, el 40% de los expertos la considera muy adecuada mientras que el 60% la valora de bastante adecuada.

Un análisis de frecuencias mostrado en el siguiente gráfico evidencia una prevalencia de las valoraciones de MUY ADECUADO Y BASTANTE ADECUADO en todos los indicadores, pero con mayor predominio en los indicadores 1, 4 y 5.





Los resultados finales del consenso basado en el modelo sustentado en la lógica difusa (Crespo, 2013) se muestran en la siguiente tabla.

| RESULTADOS FINALES                  |            |               |          |                   |              |
|-------------------------------------|------------|---------------|----------|-------------------|--------------|
| CRITERIO BASADO EN LA LÓGICA DIFUSA |            |               |          |                   |              |
|                                     | INADECUADO | POCO ADECUADO | ADECUADO | BASTANTE ADECUADO | MUY ADECUADO |
| INDIC- 1                            |            |               |          |                   | X            |
| INDIC- 2                            |            |               |          | X                 |              |
| INDIC- 3                            |            |               |          | X                 |              |
| INDIC- 4                            |            |               |          |                   | X            |
| INDIC- 5                            |            |               |          |                   | X            |

Con lo que se corrobora la existencia de un consenso de MUY ADECUADO en tres indicadores y BASTANTE ADECUADO en dos indicadores.

Los planteamientos son:

- La solución que se propone al problema de investigación es original, en el sentido de no guardar analogías con los aportes de otros investigadores.
- La investigación aporta un modelo que enriquece la teoría sobre el uso del asistente matemático en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo.
- La Estrategia didáctica posee una estructura adecuada en correspondencia con el modelo teórico seguido y las exigencias prácticas de los docentes.
- La Estrategia didáctica elaborada tiene efectos positivos en la distribución del tiempo a favor de las funciones del estudiante que más aportan a la comprensión.
- La Estrategia didáctica propuesta es de utilidad para potenciar el aprendizaje asociado a los procesos de resolución de problemas, razonamiento, comunicación, representaciones y conexiones.

Los indicadores de más alta valoración son los números 1, 4 y 5 relacionados con la originalidad de la propuesta, su utilidad para una distribución racional del tiempo a favor de las funciones del estudiante que más aportan a la comprensión y para potenciar el aprendizaje asociado a los procesos matemáticos de resolución de problemas, razonamiento, comunicación, representaciones y conexiones.

Como señalamiento, algunos expertos plantean los problemas de dominio de las TIC que poseen los profesores, y los problemas de equipamiento existentes en la Universidad.

En general, la estrategia propuesta es una alternativa para el logro de los objetivos de esta asignatura en la Universidad de Sancti Spíritus, aunque implica una inversión en recursos para resolver problemas que siempre existirán dados por las insuficiencias en

la adquisición de los conocimientos matemáticos y los inadecuados empleos de métodos de estudios de los estudiantes.

El autor considera que, aunque son razonables estos planteamientos los problemas de dominio de las TIC pueden resolverse con superación y trabajo metodológico en los departamentos y en cuanto al equipamiento es una situación de inversiones que de manera progresiva se ha mejorado en la Universidad y las proyecciones apunta a la necesidad del uso masivo de la computación en el proceso de enseñanza-aprendizaje universitario.

#### **3.1.4. Conclusiones y criterios finales de la valoración de los expertos:**

El análisis de las valoraciones aportadas por los expertos demuestra la pertinencia científico-metodológica de la Estrategia. En general existe consenso en que el modelo revelar las dimensiones analíticas contemplativa y la sistematizadora contextualizada.

También, se considera de muy adecuado, el tratamiento de la sistematización por su valor didáctico y pedagógico, al ser reconocida como un espacio para el logro de la apropiación de los conocimientos básicos del Cálculo Diferencial con el uso de asistentes matemáticos y la orientación del pensamiento matemático.

Los expertos señalan como un aspecto novedoso de la propuesta el tratamiento que se propone dar a la comprensión desde cuadros analíticos para argumentar procedimientos matemáticos informatizados de forma integrada y sistemática, lo cual hace que los estudiantes se apropien del contenido.

Se recomienda por los niveles de complejidad y esencialidad, que se establecen entre las etapas aportadas en el modelo de la dinámica del proceso de enseñanza-

aprendizaje del Cálculo Diferencial con el uso de asistentes matemáticos, concebir una etapa de preparación metodológica previa para los profesores, ante la preocupación de que no todos estén capacitados para enfrentar la dinámica, con las transformaciones expuestas.

Aunque se reconoce la pertinencia de la estrategia propuesta, los expertos consideran la necesidad de ofrecer un mayor nivel de concreción de las acciones específicas a seguir para una mejor orientación didáctica, así como explicitar de manera más clara las particularidades de los sistemas de ejercicios, ante la inquietud de una aplicación desacertada para la apropiación de los contenidos del Cálculo Diferencial que no se corresponda con las características del modelo y evitar posibles cuestionamientos sobre la efectividad de la propuesta. Estas sugerencias se toman en cuenta y se incorporan al aporte práctico de la presente investigación.

El valor de las interpretaciones y argumentos de los expertos, contribuye a perfeccionar la propuesta. Asimismo, valoran la pertinencia de los resultados de la investigación desde sus fundamentos teóricos, las relaciones esenciales que expresan, su relevancia social - didáctica y la perspectiva de su aplicación, para dar respuesta a las exigencias del perfeccionamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial.

Todo lo descrito con anterioridad permite asegurar que la aplicación del método de evaluación por expertos confirma que la propuesta es pertinente y contribuye a resolver el problema científico planteado en esta investigación.

### **3.2. Evaluación de la estrategia didáctica mediante el preexperimento en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial en la carrera de Agronomía**

Para contextualizar la descripción de los resultados que se derivan de la aplicación de la propuesta con el preexperimento, se comienza exponiendo las principales características de la disciplina Matemática, para la carrera de Agronomía en la Universidad de Sancti Spíritus lo cual se concreta en el Anexo 26.

Para evaluar la estrategia propuesta, así como su efecto, se describe del preexperimento su planeación, organización y ejecución por fases; de igual forma cómo se comportó el control de pretest y posttest, se toma como unidad de análisis para la aplicación en la carrera de Agronomía de la Universidad de Sancti Spíritus, puesto que el colectivo de profesores del Cálculo Diferencial cuenta con una vasta experiencia y es una carrera priorizada por el Ministerio de Educación Superior, en los momentos históricos que vive el país.

#### **Fases del preexperimento:**

**Planeación:** determinación de los métodos y las técnicas con sus respectivos instrumentos que se utilizarán para la recopilación de datos.

**Organización:** se prevé la fecha, hora y lugar de la aplicación de los métodos y las técnicas con sus respectivos instrumentos que se emplean para la recopilación de datos. Incluso, de la preparación de los actores implicados.

**Ejecución:** se controla el comportamiento de la aplicación de los métodos y de las técnicas con sus respectivos instrumentos que se emplean para la obtención de datos.

**Control:** se evalúan y procesan los datos, inclusive se representan en tablas y en gráficos para emitir juicios sobre el comportamiento del estímulo introducido antes y después de aplicada la variante asumida del método experimentación.

#### **3.2.1. Descripción de los resultados del pretest**

Se le aplica una encuesta a un grupo de 21 estudiantes de la carrera de Agronomía en la Universidad de Sancti Spíritus para comprobar el nivel de partida de los Conocimientos Básicos del Cálculo Diferencia de los estudiantes y su implicación al tener en cuenta el uso del asistente matemático. (Anexo. 27)

Posteriormente, son tabulados los resultados de las encuestas a los 21 estudiantes de la carrera de Agronomía en la Universidad de Sancti Spíritus, teniendo en cuenta los indicadores con respecto a cada una de las actividades y la evaluación correspondiente en cada caso. (Anexo.28)

Se les aplica una prueba Pedagógica de entrada con el objetivo de Valorar la factibilidad de la introducción en la práctica de la estrategia. (Anexo 29)

La calificación y criterios de la evaluación de la referida prueba pedagógica se concreta en el (Anexo 30)

### **3.2.2. Descripción de los resultados del postest**

Para finalizar se aplicó una prueba pedagógica de salida con el objetivo de valorar la factibilidad de la introducción en la práctica de la estrategia. (Anexo 31). La calificación y criterios de evaluación de la segunda prueba pedagógica aparecen en el Anexo 32.

Se aplicó para corroborar a validez de la hipótesis la prueba de la Estadística Inferencial, Wilcoxon. (Se utiliza en preexperimento, cuasi experimentos o experimentos antes y después cuando la variable está en escala ordinal)

$H_0$ : Indicador  $i$  antes = Indicador  $i$  después

$H_1$ : Indicador  $i$  antes < indicador  $i$  después

$\alpha = 0.05$  (nivel de significación)

Como la significación en cada una de la prueba Wilcoxon para cada indicador es menor que el nivel de significación  $\alpha$  (ver tablas debajo) se rechaza la hipótesis nula y podemos asegurar con una confiabilidad del 95 % que los indicadores o respuestas finales fueron más positivas que al inicio.

### Estadísticos de contraste (b)

|                              | Indicador<br>r 1<br>después<br>-<br>Indicador<br>r 1 antes | Indicador<br>r 2<br>después<br>-<br>Indicador<br>r 2 antes | Indicador<br>r 3<br>después<br>-<br>Indicador<br>r 3 antes | Indicador<br>r 4<br>después<br>-<br>Indicador<br>r 4 antes | Indicador<br>5 después<br>-<br>Indicador<br>5 antes |
|------------------------------|--|--|--|--|---|
| Z                            | -3,116(a)  | -3,275(a)  | -3,852(a)  | 2,391(a)   | -3,439(a)   |
| Sig. asintót.<br>(bilateral) | ,002   | ,001   | ,000   | ,0017  | .001  |

a Basado en los rangos negativos.

b Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

### Estadísticos de contraste (b)

|                              | Indicador<br>r 6<br>después<br>-<br>Indicador<br>r 6 antes | Indicador<br>r 7<br>después<br>-<br>Indicador<br>r 7 antes | Indicador<br>r 8<br>después<br>-<br>Indicador<br>r 8 antes | Indicador<br>r 9<br>después<br>-<br>Indicador<br>r 9 antes | Indicador<br>10<br>después -<br>Indicador<br>10 antes |
|------------------------------|--|--|--|--|---|
| Z                            | -3,482(a)  | -4,055(a)  | -3,738(a)  | -3,572(a)  | -3,878(a)   |
| Sig. Asintót.<br>(bilateral) | ,000   | ,000   | ,000   | ,000   | ,000  |

a Basado en los rangos negativos.

b Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

Es importante señalar que se utiliza el diferencial semántico para valorar la satisfacción de los estudiantes que cursan la asignatura matemática.(Anexo 33)

Por último, se calculan los resultados de la aplicación del diferencial semántico a estudiantes que cursan la asignatura matemática I lo cual arroja los siguientes resultados

PROMEDIO(P) Antes: Mínima=2,2 Máxima=3,3

Después: Mínima=3,4 Máxima=4,4

MEDIA Antes: 2,7

Después: 4,2

Aprendizaje anterior: Regular

Aprendizaje actual: Bien

Tomados en cuenta se puede afirmar que se corrobora en una forma muy positiva la aplicación de la Estrategia planteada lo que precisa su validez. (Anexo 34)

### **3.2.3. Valoración general de la aplicación de la estrategia**

#### **Etapas de preparación: Analítico-contemplativa.**

La carrera de Agronomía en la Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez” tiene a su disposición una infraestructura tecnológica aceptable para la implementación de la estrategia didáctica, aunque el incremento del número de máquinas a disposición de los alumnos sería un factor favorable para su instrumentación. Las diferentes disciplinas de la carrera se sirven de dos laboratorios de computación equipados con máquinas que permiten acceder y utilizar el asistente matemático Derive for Windows, versión 5.0.



Para conformar la familia de ejercicios que se emplean en las actividades de cálculo con ejecuciones no computarizadas se utilizan, funciones elementales. Se incluyen también ejercicios formales de Cálculo Diferencial que respondan a las formas siguientes:

#### Ejemplificación del uso del asistente matemático.

Durante toda la exposición sobre el uso del asistente no se especifica el software a utilizar, lo cual obedece a que la solución que se da al problema de investigación no depende de ningún programa computacional particular. Sin embargo, los ejemplos que se exponen en el presente epígrafe son resueltos con el uso del DERIVE debido a la poca complejidad de este sistema.

Se conoce que en los programas de la asignatura Computación de la Enseñanza General está previsto el adiestramiento de los niños desde edades muy tempranas en el trabajo con el sistema operativo Windows.

Al transitar por la secundaria básica y el preuniversitario los alumnos quedan preparados para el trabajo con las aplicaciones soportadas en este sistema, por lo que el uso del DERIVE no constituye un problema adicional en el aprendizaje del Cálculo Diferencial.

De igual manera, la propuesta del autor no está construida sobre la base de que los alumnos hayan manipulado algún software matemático como el DERIVE antes de enfrentar el estudio del Cálculo Diferencial. En caso de que ello ocurra existe una ventaja, pero de no ser así, hay que brindar una preparación a estos sobre el cálculo de límites y graficación de funciones, con la utilización del programa, como parte de la función de aseguramiento del nivel de partida.

El cálculo de la derivada de una función con la utilización del programa se introduce en el momento en que se propongan tareas en cuya exigencia se admita o exija la utilización del asistente.

Demostración de cómo transcurre la evaluación con el uso del método tradicional y el método para asistente matemático.

Ejemplo 1.

Este ejemplo corresponde al elemento “Cálculo de la derivada de funciones elementales utilizando la definición”.

Se les propone a los estudiantes una tarea como la siguiente:

Calcula la derivada de las siguientes funciones utilizando la definición. En los incisos a y b el cálculo del límite debes ejecutarlo con lápiz y papel y en los incisos c y d puedes utilizar el asistente matemático.

$$a) f(x) = x^2 + 1 \qquad c) p(x) = x^5 + \sqrt{2}$$

$$b) g(x) = \sqrt{x} \qquad d) q(t) = \sqrt[3]{t^2}$$

En los incisos c y d, el alumno debe proceder de igual forma. En el caso del inciso c debe ejecutar los siguientes pasos:

1) Para  $a \in \text{Dom } p = \mathfrak{R}$ , plantear uno de los cocientes

$$D(h) = \frac{p(a+h) - p(a)}{h} \text{ o } G(x) = \frac{p(x) - p(a)}{x - a}.$$

2) Reducir la expresión escrita de manera que obtenga

$$D(h) = \frac{(a+h)^5 - a^5}{h} \text{ o } G(x) = \frac{x^5 - a^5}{x - a}$$

3) Calcular uno de los límites  $\lim_{h \rightarrow 0} D(h)$  o  $\lim_{x \rightarrow a} G(x)$  utilizando el DERIVE.

4) Llegar a la conclusión de que  $p'(x) = 5x^4$

Hay que tener en cuenta que aquí el uso del asistente no perjudica los procesos matemáticos, se proponen dos incisos en que los estudiantes tienen que trabajar en la forma tradicional, lo que les ayuda a mantener las habilidades de cálculo de límites, pero, por otra parte, el asistente les permite calcular la derivada de funciones que por el método tradicional no se suelen utilizar. Ambas formas de trabajo facilitan la fijación del concepto derivada de una función.

Ejemplo 2.

El ejemplo corresponde al elemento del conocimiento “Cálculo de la derivada de las funciones constantes, exponencial especial, logaritmo natural, seno y coseno utilizando la definición. Argumentación del proceso”.

En este caso el profesor puede proponer la tarea siguiente:

Hay que calcular la derivada de las funciones  $f_1(x) = c$  ( $c$  es una constante real),

$f_2(x) = e^x$ ,  $f_3(x) = \ln x$ ,  $f_4(x) = \sin x$  y  $f_5(x) = \cos x$ . Puedes utilizar el asistente para efectuar los cálculos.

En este caso el alumno ha de proceder de igual manera que en el ejemplo 1. La derivada de la función  $f_1$  se calcula con lápiz y papel, y en el resto de los casos es útil el asistente.

La mayor dificultad que se presenta aquí es el asunto de la argumentación, al surgir la pregunta ¿se admite el uso del asistente en las demostraciones?

La respuesta a esta interrogante constituye hoy día objeto de controversias en la comunidad matemática, pues si no se acepta el uso del asistente en la demostración porque se desconfía de que los resultados obtenidos con su empleo no son legítimos,

¿cómo es posible entonces confiar en estos resultados cuando no se trata de una demostración?

Ejemplo 3.

El ejemplo corresponde al elemento del conocimiento “Cálculo de límites de formas indeterminadas con aplicaciones de la regla de L Hospital. Argumentación del proceso”.

En este caso el profesor puede proponer la tarea siguiente:

Calcule los límites siguientes. Puedes utilizar Derive solo para calcular derivadas y comprobar el resultado.

$$\text{a) } \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\ln(1+x)}{x} = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{1}{1+x} = 1$$

$$\text{b) } \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\cos x - 1}{x^2} = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{-\text{sen} x}{2x} = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{-\cos x}{2} = \frac{1}{2} \quad (\text{aplicación sucesiva de la regla})$$

$$\text{c) } \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\text{sen}\left(\frac{k}{x}\right)}{\frac{1}{x}} = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{k \cos\left(\frac{k}{x}\right) \cdot \left(-\frac{1}{x^2}\right)}{\frac{-1}{x^2}} = \lim_{x \rightarrow \infty} k \cos \frac{k}{x} = k$$

(La regla de L'Hospital puede ser aplicada, aunque la función no sea continua en  $x=a$ .)

En este caso el alumno procede de igual manera que en el ejemplo 2. Los límites indicados los puede calcular con lápiz y papel o puede hacer uso del asistente para las derivadas, en el 2do caso el alumno perderá la oportunidad del perfeccionamiento de la habilidad de derivación, pero se concentrará en lo esencial de la Regla de L'. Hospital. Se diferenciarán en la terna de ejercicios en el primer proceso queda de manera total

escrito su proceso y puede ser revisado, en la segunda forma, solo quedan escritos algunos elementos, por lo que el proceso no se puede revisar de forma total.

Al respecto se puede presentar otro enfoque de la situación en la forma siguiente: El profesor orienta para determinados estudiantes la acción que se realiza en cada ejercicio y establece el debate.

Para los estudiantes que se les orienta una demostración matemática, se recomienda la prueba manual, mientras que para otros tipos de ejercicios la argumentación puede quedar por la vía del asistente matemático.

La anterior forma de proceder asegura la comprensión matemática ya que se consuma la argumentación, aunque utilizando el asistente matemático, se conoce que en muchos casos los profesores se limitan a informar cuál es la derivada de las funciones citadas sin realizar el cálculo con su correspondiente.

Ejemplo 4.

El ejemplo corresponde al elemento del conocimiento “Representación gráfica de una función y su derivada”.

El docente puede proponer la tarea siguiente:

Para cada una de las funciones dadas a continuación, calcula su derivada y representa la función y la derivada en un mismo sistema de coordenadas. Describe en cada caso la relación que observas entre la monotonía de la función y el signo de la derivada.

Puedes utilizar el asistente matemático.

a)  $f_1(x) = x^2 - 2x + 3$       c)  $f_3(x) = x^2 \ln x$

b)  $f_2(x) = x^3 - 6x^2 + 4x - 1$       d)  $f_4(x) = x \tan^2 x$

Este tipo de tarea garantiza la visualización, la relación entre el signo de la derivada y la monotonía de la función, de manera que los estudiantes pueden conjeturar la proposición que establece esta relación. (Anexo 35).

En este caso se ve muy claro el papel del asistente matemático según la metáfora de la lupa ya que permite una observación mejor, lo que con lápiz y papel también se puede ver, pero que debido al tiempo de que se dispone y al trabajo que lleva la representación gráfica de funciones, es imposible en la práctica si no se utiliza este medio.

La representación gráfica de funciones utilizando el DERIVE u otro programa similar se desarrolla a partir de una ecuación funcional, lo que resulta peligroso cuando se trata de representar una función y su derivada, debido a que el dominio de la derivada no puede ser más amplio que el de la función.

Un ejemplo muy elocuente de lo anterior, es la representación de la función  $y = \ln x$  y de su derivada  $y = \frac{1}{x}$ . La primera ecuación no admite valores no positivos y la segunda admite todos los valores distintos de cero.

Cuando se ejecuta la representación gráfica de ambas funciones hay que desechar la parte del gráfico de la segunda ecuación que corresponde a elementos que no están en el dominio de la función.

La última acción de la etapa de preparación consiste en dirigir el estudio de los conceptos y procedimientos fundamentales del Cálculo Diferencial y del trabajo con el asistente matemático Derive, asociados a representaciones gráficas y su cálculo para

funciones elementales. La dirección de este estudio se inicia con la planificación del sistema de actividades docentes para el tratamiento del tema.

En este sentido, el programa analítico de la asignatura dispone de dieciocho (18) horas-clases para el tema, las que se distribuyen en seis (6) horas de Conferencias, y el resto de Clases Prácticas. Se destaca que para el logro de los objetivos del tema se precisa de un componente importante de tiempo dedicado al trabajo independiente de los estudiantes.

Lo anterior muestra la concepción bajo la cual se tratan los contenidos del tema. En esta concepción, las Conferencias constituyen las actividades docentes en las que tiene lugar el estudio de los conceptos y procedimientos fundamentales asociados al Cálculo Diferencial

No se puede olvidar, que el trabajo con el asistente matemático debe ir acompañado de un conocimiento teórico que solo el ser humano puede manejar en cada situación y se pone de manifiesto, en el ejercicio donde el asistente calcula la derivada de una función logarítmica y no se tienen en cuenta los dominios en los cuales las mismas están definidas.

Se debiera tener en cuenta el principio del propósito, es decir, el uso del asistente cuando la tarea de calcular sea compatible, con el propósito de la lección. Cuando el propósito de la lección, es aprender a realizar los cálculos, la utilización de los asistentes no es pertinente. En ocasiones, aun cuando el proceso de calcular no constituye el objetivo de la lección, desarrollar ese proceso y ver los detalles intermedios, explica los resultados que se producen. Por tal motivo, se considera necesario, que el software a utilizar en este caso, permita apreciar los detalles del

proceso matemático ejecutado, aunque se obtenga el resultado del cálculo de forma directa.

En la primera de estas actividades se analiza que los métodos que ofrece la Matemática Elemental para el cálculo del área de figuras planas parten de un modelo básico de la figura, en el cual las dimensiones de su extensión se definen por parámetros. Se valora que estos métodos no son aplicables a situaciones en la que a los objetos de medición se les asocia un modelo con, al menos, una de sus dimensiones definida por una variable que asume un número infinito de valores; como, por ejemplo, un trapecio curvilíneo limitado por una función continua y no negativa. De este análisis emana la contradicción cognoscitiva que motiva el estudio del concepto de integral definida.

De forma ulterior, se pasa a ilustrar el proceso de límite, por medio del cual puede obtenerse la aplicación y su cálculo con las características señaladas. Por su parte, en la segunda actividad docente del tema tiene lugar el estudio de los elementos que sustentan la operatoria con las ejecuciones no computarizadas y computarizadas. Se trata de: definiciones y teoremas principales del Cálculo Diferencial y de sus aplicaciones. En esta conferencia se incluyen los fundamentos para el Cálculo Diferencial por medio del asistente matemático Derive for Windows.

La tercera conferencia del tema, dedicada a orientar los elementos para el cálculo del límite y de la derivada con el uso indistinto para el caso que lo requiera de las aplicaciones del límite o del asistente matemático, centra su atención en la deducción de ambas expresiones para el cálculo.



La orientación que reciben los estudiantes en estas conferencias se complementa con las guías para las clases prácticas. En estas guías se incluyen los elementos teóricos que deben ser estudiados, la bibliografía que puede ser consultada, ejercicios resueltos y ejercicios propuestos en torno a los objetivos tratados. Así como el sistema de conferencias y clases prácticas digitalizadas en el MOODLE. Para su interacción.

### **Etapas de desarrollo-evaluación.**

En la primera Clase Práctica del tema tiene lugar la generación de las experiencias previas de cálculo con ejecuciones no computarizadas, así como la interpretación crítica de estas experiencias. Previa a esta labor se reactivan los contenidos esenciales que se constituyen en nivel de partida para la actividad: representación gráfica de rectas parábolas y funciones que en su representación pudiera el estudiante elegir como cometerlas atendiendo siempre a las condiciones previas que el profesor garantiza. Las experiencias de cálculo se generan a partir del trabajo con un grupo de ejercicios que pueden ser resueltos sin mayores complicaciones. En el proceso de solución de estos ejercicios el docente ofrece los impulsos necesarios para que los estudiantes ejecuten las acciones de cálculo, impulsos que van disminuyendo en la medida que los estudiantes alcanzan niveles de independencia en la operatoria. De forma paralela, tiene lugar la interpretación de las experiencias de cálculo que se desarrollan.

En este momento, las acciones del docente se dirigen a: notar la relación entre las características de las funciones que intervienen en los ejercicios y el procedimiento operacional utilizado para resolverlo; potenciar la abstracción de rasgos no esenciales en las relaciones establecidas; propiciar que se comparta, confronte y discuta acerca

de los elementos esenciales en las relaciones de dependencia diferenciadas; solicitar la ejemplificación de relaciones de dependencia entre funciones derivables y vías para el cálculo de la correspondiente derivada, entre otras.

En la segunda clase práctica del tema se continúa con la generación e interpretación de las experiencias previas de cálculo. Se incorporan aquí nuevas experiencias, las generadas a partir de las ejecuciones computarizadas.

En el planteamiento de los ejercicios que presentan un grado mayor de dificultades para resolverse, el docente destaca las dificultades que pueden presentarse: uso incorrecto de los signos de agrupación al definir las funciones, respuesta incorrecta o dudosa al considerar como resueltas de forma directa desde el menú “Cálculo” del software, entre otras; a la vez que ofrece los impulsos necesarios para que los estudiantes utilicen de manera adecuada el software en la resolución de los mismos, de igual forma que con la aplicación del método tradicional .

En el orden de la interpretación crítica de estas experiencias, las acciones del docente se dirigen a: notar las características de las funciones que intervienen en los ejercicios; propiciar la diferenciación de las relaciones de dependencia entre las características de las funciones que se enfrentan por medio de ejecuciones no computarizadas y las que se enfrentan por medio de ejecuciones computarizadas; propiciar que se comparta, confronte y discuta acerca de los elementos esenciales en estas relaciones; solicitar la ejemplificación de relaciones de dependencia entre funciones derivables y ejecuciones de uno u otro tipo para resolver las mismas; destacar peculiaridades del trabajo con el software durante la resolución de los ejercicios, entre otras.

En estas dos clases prácticas, junto con el planteamiento de los ejercicios se indica el tipo de ejecución que se debe utilizar. Al concluir las mismas los estudiantes alcanzan ciertos niveles de dominio del Cálculo Diferencial y de la representación de figuras planas.

En la cuarta clase práctica del tema tiene lugar la resolución de ejercicios con niveles de dificultad superior a los considerados en las actividades prácticas anteriores. Al plantear estos ejercicios el docente no preestablece el tipo de ejecución que se emplea al resolverlos, elección que se realiza sobre la base de los conocimientos construidos por los sujetos y del análisis individual y colectivo, propiciado por el docente, de las características de los modelos de los objetos de medición que intervienen en el ejercicio.

Otra acción que ejecuta el docente es la de propiciar la valoración crítica de la pertinencia del procedimiento operatorio empleado al resolver los ejercicios propuestos. El subsistema de clases dedicadas al tratamiento del Cálculo Diferencial de funciones de una variable real les desarrolla capacidades en forma semejante para el tratamiento del Cálculo Diferencial de funciones de varias variables.

La aplicación de la estrategia didáctica revela una tendencia favorable en el perfeccionamiento del Cálculo Diferencial desde el proceso de construcción del conocimiento de los objetos matemáticos, cuando en la enseñanza y el aprendizaje del mismo, se utilizan como herramientas de mediación los recursos teóricos de la Matemática y los asistentes matemáticos. Entre los resultados más significativos se destacan:

- Una mayor disposición para el uso de recursos auxiliares útiles en la solución de ejercicios que exigen la cuantificación de magnitudes.
- Desarrollo escalonado de sucesivos niveles de esencialidad en el reflejo de regularidades que rigen el proceso de cuantificación de una magnitud, propiciándose así un perfeccionamiento progresivo en el dominio de los procedimientos de cálculo durante el proceso de sistematización.
- Se perciben notables avances en el dominio de diversos procedimientos operatorios para la realización de una misma acción de cálculo y en la capacidad de discernir cual procedimiento operatorio puede ser más adecuado en un caso concreto de cálculo.

Para la verificación de la hipótesis en la muestra estudiada, se utilizan métodos de la estadística descriptiva e inferencial y los datos se procesan con el software Microsoft Excel.

### **Conclusiones del capítulo III**

La aplicación del método de criterio de expertos propicia la validez del modelo y su concreción en la estrategia con los procedimientos didácticos elaborados para producir mejoras en el proceso de enseñanza-aprendizaje para los conocimientos básicos del Cálculo Diferencial con el uso de asistentes matemáticos.

En la evaluación que se realiza del modelo teórico elaborado a partir de los resultados que revelan en el preexperimento se dejan ver las relaciones esenciales entre los componentes y contenidos del Cálculo Diferencial para el uso de los asistentes matemáticos, lo cual facilita la coherencia en el trabajo para la elaboración de la estrategia didáctica que se propone como solución del problema de investigación.

La estrategia didáctica propuesta permite concretar una variante didáctica esencial para mejorar la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje de los conocimientos básicos del Cálculo Diferencial con la utilización del asistente matemático, como medio que facilita la ejecución automática y creadora de los procedimientos matemáticos.

La propuesta establecida se caracteriza por el uso adecuado del asistente matemático como medio didáctico, para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial de forma participativa desarrolladora para los implicados. Los resultados obtenidos con la aplicación de la estrategia evidencian su efectividad. Lo cual se midió a través de un preexperimento, donde se hizo un control de las variables, además se aplicaron las valoraciones de los expertos con el software PROCESA\_CE. Crespo (2009), así como la Prueba de Wilcoxon.

## CONCLUSIONES

- ✓ Los fundamentos teóricos analizados, que desde la didáctica y en especial de la Matemática, sustentan el proceso de enseñanza-aprendizaje para el Cálculo Diferencial permiten inferir los principales aspectos a tener en cuenta en su tratamiento didáctico con el uso de asistentes matemáticos para la obtención de los resultados apropiados, los cuales no siempre se consideran en el proceso correspondiente de la carrera de Agronomía. Se dedica especial atención en la tesis, a la fundamentación del uso de los conceptos como unidades de análisis del contenido, y a su descomposición en elementos, lo cual es de gran utilidad para la precisión del significado de la frase “conocimientos básicos del Cálculo Diferencial”.
- ✓ El diagnóstico efectuado al proceso objeto de investigación, constata la existencia de varias dificultades que van desde las orientaciones metodológicas del programa, hasta su aplicación y ejecución práctica por los docentes, lo que incide de forma directa en la comprensión y apropiación de los contenidos tratados, ya que los profesores, tampoco enfatizan en el uso adecuado de asistentes matemáticos a pesar de que aparece indicado en el programa.
- ✓ La estrategia didáctica que se propone, y que está sustentada en el modelo establecido para el adecuado tratamiento de los contenidos del Cálculo Diferencial en la carrera de Agronomía, comprende todos los elementos del conocimiento y el uso de asistentes matemáticos, con una estructuración didáctica para ejercer una influencia positiva en función del logro de un aprendizaje desarrollador. Sus componentes propician que el estudiante realice actividades prácticas, gnoseológicas, valorativas y comunicativas. Esto implica que se ponga de manifiesto

el protagonismo del alumno desde posiciones reflexivas, lo que favorece el tránsito progresivo de la dependencia a la independencia y a la autorregulación, así como a la adquisición de estrategias para aprender a aprender, y en consecuencia, a su preparación para la vida.

- ✓ La evaluación de la propuesta a partir del criterio de expertos y del preexperimento, permite comprobar que se posibilita un cambio en los sujetos investigados, el cual es favorable y significativo para el proceso de enseñanza-aprendizaje de los contenidos del Cálculo Diferencial con el uso de asistentes matemáticos. Además, contribuye a la apropiación de los conocimientos y su aplicación a problemas contextualizados en la carrera de Agronomía.

## RECOMENDACIONES

Como parte de esta investigación se le recomienda a la carrera de Agronomía:

- ✓ Proponer a los investigadores del área de Didáctica de la matemática, la aplicación total de la estrategia en otros grupos y contrastar los resultados que se obtengan con los obtenidos en la aplicación expuesta en la tesis.
- ✓ Que se aplique el modelo elaborado para diseñar el uso de la computación con la aplicación de asistentes matemáticos en otros contenidos correspondientes al Cálculo, que forman parte de los programas docentes de la universidad.
- ✓ Establecer cursos de posgrado sobre esta estrategia para los profesores que imparten la asignatura de Matemática en la carrera de Agronomía.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Achiong, G. y Denis, D. (2008). *El diseño didáctico: una concepción de la dirección metodológica del proceso de formación del profesional de la educación en la universalización*. CD Evento Científico Pedagogía 2009. Instituto Superior Pedagógico Capitán Silverio Blanco Núñez. Sancti Spíritus.
2. Abreu, L. A. (2014). *Estrategia didáctica para la resolución de problemas contextualizados en las finanzas para el perfeccionamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje del cálculo diferencial e integral con el uso de las TIC*. Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. La Habana.
3. Acuña, A. (2001). *Del Pizarrón al Ciberespacio*. Memorias de la Primera Muestra Nacional de Material Didáctico, CASA UANL-CECTE del Instituto Latinoamericano de Comunicación Educativa.
4. Acuña, C. M. (2001). *Exploración sobre la relación entre variables categóricas y visuales en conversiones que involucran gráficas*. En Acta Latinoamericana de Matemática Educativa. CINVESTAV-IPN, México. Vol. 14, (pp. 388-395).
5. Addine, F. y otros (2002). *Principios para la Dirección del Proceso Pedagógico, en Compendio de Pedagogía*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
6. Addington, S., Clemens, H., Howe, R., Saúl M. (2000). *Cuatro Reacciones a los Principios y Estándares para las Matemáticas Escolares*. El Notices: "Updated NCTM Standards Released" (pp. 683-684)
7. Alonso, I., Martínez, N. (2003). *La resolución de problemas matemáticos. Una caracterización histórica de su aplicación como vía eficaz para la enseñanza de la matemática*. Revista Pedagogía Universitaria Vol. 8 (No. 3), 81-88.
8. Alonso B. et al. (2006). *Introducción a la Ingeniería*. Editorial. La Habana: Félix Varela.
9. Álvarez, N. (2000). *La formación y desarrollo de las habilidades como problema psicopedagógico*. Universidad de Camagüey: Centro de Estudios de Ciencias de la Educación.

10. Álvarez, N. (2010). *Estrategia didáctica para favorecer la interrelación de las dimensiones instructiva, educativa y desarrolladora el PDE de la Matemática de la carrera de Economía*. Tesis de Doctorado no publicada. Centro de Estudios para la Educación Superior. Universidad de Camagüey. Cuba.
11. Álvarez, C. (1998). *La Escuela en la Vida*. Didáctica. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
12. Álvarez, C. (1999a). *La Escuela en la Vida*. Cuba: Editorial Ciencia y Técnica.
13. Álvarez, C. (1999b). *La pedagogía como ciencia*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
14. Álvarez, J. (2001). *El desarrollo de la Representación Gráfica en el estudiante de arquitectura*. Tesis Doctoral. Facultad de Construcciones Universidad de Camagüey, Cuba.
15. Álvarez, I. (1999): *El proceso y sus movimientos: Modelo de la dinámica del proceso docente educativo en la Educación Superior*. Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. CeeS "Manuel F. Gran". Universidad de Oriente. Santiago de Cuba. Cuba.
16. Andréiev, I. (1984). *Problemas lógicos del conocimiento científico*. Moscú: Editorial Progreso.
17. ANUIES (2003). Libro en línea ANUIES. <http://www.anuies.mx/> Torres, D. J. M., *La Universidad Mexicana en el Umbral del siglo XXI, Visiones y Proyecciones*.
18. Apóstol, T. (1966). *Análisis Matemático*. La Habana: Edición Revolucionaria.
19. Aragón, A. (2002). *Situación actual y perspectivas sobre la formación de profesionales en Cuba*. Conferencia magistral. III Encuentro sobre Formación Tecnológica de Europa y América Latina. Hotel Neptuno, Ciudad de la Habana.
20. Aréchiga, J. (2001). *Problema de la Transferencia de las Matemáticas*. Disponible en <http://www.uag.mx/63/a04-04.html>

21. Arnaiz, I. (2003). *Modelo de actuación de los docentes para favorecer la aplicación integrada del contenido desde el diseño del proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática*. Tesis Doctoral. Villa Clara, Cuba.
22. Artigue M. (1995a). *Ingeniería Didáctica*. En M Artigue, R. Douady, P. Gómez, (Ed). *Una empresa docente*. México: Grupo Editorial Iberoamérica.
23. Artigue M. (1995b): *La enseñanza de los principios del cálculo: problemas epistemológicos, cognitivos y didácticos*. En, M. Artigue, R. Douady, P. Gómez (Ed.) *Ingeniería didáctica en educación matemática*, (pp. 97-140). México: Grupo Editorial Iberoamérica.
24. Atweh, B., Forgasz, H. y Nebres, B. (2001). *Sociocultural research on mathematics education. An international perspective*. London: Lawrence Erlbaum.
25. Ausubel, D. et al. (1983). *Psicología educativa*. México: Editorial Trillas.
26. Ausubel-Novak-Hanesian (1983). *Psicología Educativa*. Un punto de vista cognoscitivo. (2° Ed.). México: Trillas.
27. Ausubel, D. P. (2000). *Adquisición y retención del conocimiento*. Una perspectiva cognoscitiva. Barcelona: Paidós.
28. Ávila, A. (2001). *El maestro y el Contrato en la Teoría Brousseauiana*. Revista Educación Matemática, 13 (3).
29. Balderas, P. E. (1993). *Experiencias con el Uso de un Graficador en la Enseñanza del Cálculo en la Escuela Nacional Preparatoria*. Revista Educación Matemática, 5 (3), 125-141.
30. Ballester., S., et al. (1992). *Metodología de la Enseñanza de la Matemática*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
31. Ballester., S., et al. (2002). *El Transcurso de las Líneas Directrices en los Programas de Matemática y la Planificación de la Enseñanza*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.

32. Batanero, C. (1997). *Cuestiones Metodológicas en la Evaluación de los Conocimientos Matemáticos de los Alumnos y de su Evolución*. Revista Cuadrante, 6 (2), 25-43. Disponible en <http://www.sectormatematica.cl/articulo.htm>
33. Bell, E. T. (2003). *Historia de la Matemática* (7<sup>ma</sup> ed.) México: Editorial Fondo de Cultura Económica de México.
34. Benítez, D. (2004). *Construcción y Seguimiento de Conjeturas*. Reporte de Investigación, 2° Congreso Internacional Iberocabri 2004, CINVESTAV-UadeC, Coahuila, México.
35. Berman, G. N. (1977). *Problemas y Ejercicios de Análisis Matemático*. Moscú: Editorial Mir.
36. Blanco, A. (2001). *Introducción a la sociología de la educación*. Ciudad de la Habana. Cuba: Editorial Pueblo y Educación
37. Bosch, M. (2000). *Un punto de vista antropológico: La evolución de los "instrumentos de representación, en la actividad matemática"*, disponible en [http://www.ugr.es/local/seiem/IV\\_simposio.htm](http://www.ugr.es/local/seiem/IV_simposio.htm)
38. Boyer, C. B. (1986). *Historia de la matemática*. Madrid: Editorial Alianza.
39. Braga, G. M. (1991). *Apuntes para la enseñanza de la geometría. El modelo de enseñanza - aprendizaje de van Hiele*. Departamento de Ciencias de la Educación de la Universidad de Oviedo, España. Revista Signos, Teorías y Prácticas de la educación. Número 4, pp. 52 - 57.
40. Brown, A. L., Day J. D., Jones R.S. (1983). *The development of plans for Summarizing texts*. Washington. D.C: The National Institute of Education.
41. Castañeda, A. (1993). *Principios metodológicos y experiencias obtenidas en el perfeccionamiento de planes y programas de estudios de Ingeniería en la República de Cuba y su aplicación a la Carrera de Ingeniería Civil*. ISPJAE, Ciudad de la Habana.

42. Cabo, F. y otros (2003). *Derive: Una Herramienta para el aprendizaje de las matemáticas*. Universidad de Valladolid. Disponible en <http://www.researchgate.net/.../26428270>.
43. Calderón, R. M. (1997). *La enseñanza del Cálculo Integral. Una alternativa basada en el Enfoque Histórico-cultural y de la Actividad*. Tesis presentada en opción al grado científico de doctor en Ciencias Pedagógicas, CEPES-UH.
44. Camejo, I. (2005). *Rediseño del programa de matemática para el curso de nivelación en la carrera de Agronomía*. Tesis en opción al título académico de Master en Ciencias de la Educación. Universidad de Ciego de Ávila. Cuba.
45. Campistrous, L. y Rizo C. (1996). *Aprende a resolver problemas matemáticos*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
46. Campistrous, L. y Rizo C. (1998). *“Indicadores e investigación educativa”*. ICCP. La Habana.
47. Campistrous, L. y Rizo C. (1999 a). *“Indicadores e investigación educativa (primera parte)”*. ICCP. La Habana. Disponible en <http://www.cuba.cu/publicaciones/>
48. Campistrous, L. y Rizo C. (1999 b). *“Indicadores e investigación educativa (segunda parte)”*. ICCP. La Habana. Disponible en <http://www.cuba.cu/publicaciones/>
49. Campistrous, L. y Rizo C. (2001). *Sobre las hipótesis y las preguntas científicas en los trabajos de investigación*, en Revista *Desafía Escolar*, año 5, segunda Edición Especial, p. 3-7.
50. Campistrous, L. y Rizo C. (2002). *Didáctica y Solución de Problemas*. Soporte OREALC-UNESCO. La Habana.
51. Cantoral, R. (2000). *Desarrollo del Pensamiento Matemático*. México: Editorial Trillas.
52. Cantoral, R., Montiel, G. (2002). *Visualización de funciones*. Dpto. de Matemática Educativa del CINVESTAV, México: Editorial Iberoamérica.
53. Cañedo, M. (2005). *Estrategia Didáctica para contribuir a la formación de la habilidad profesional esencial “realizar el paso del sistema real al esquema de análisis” en el*

*Ingeniero Mecánico*. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez". Cuba.

54. Carrera, J. (1995). *Enseñando Matemáticas a Estudiantes del Postgrado en Ingeniería*. Memorias del V Simposio Internacional en Educación Matemática. México. pp. 129-131: Editorial Iberoamericana.
55. Castañeda, M. y P. Figueria. (1994): *Técnicas psicoeducativas y contextos de enseñar*. En: Revista Tecnología y Comunicación Educativa, No. 23, Abril–Junio. México.
56. Castelnuovo, E. (1995). *Didáctica de la matemática moderna*: Trillas Segunda edición.
57. Castellanos, D. y otros (2015). *Hacia una concepción del aprendizaje desarrollador*. Disponible en <http://es.slideshare.net/hansmejia/hacia-una-concepcin-del-aprendizaje-desarrollador>
58. Castillo, T. y Espeleta, V. (1995). *La matemática: su enseñanza y aprendizaje*. Tomo I. San José, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia.
59. Cerezal, J. y Fiallo J. (2001). *Los métodos teóricos en la Investigación Pedagógica*, en Revista *Desafío Escolar*, año 5, segunda Edición Especial, p. 22-33.
60. Coll, C. y otros (1992). *Enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes*. España: Editorial Santillana.
61. Crespo, E. T. (2007). *Modelo didáctico sustentado en la heurística para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática asistida por computadora*. Tesis doctoral: ISP "Félix Varela", Santa Clara.
62. Chevillard, Y., Bosch, M., Gascón J. (1997). *Estudiar Matemáticas: el eslabón perdido entre la enseñanza y aprendizaje*. Ed. Horsori e ICE de la Universidad de Barcelona. (Biblioteca Normalista SEP México)
63. Davidov, V. (1981). *Tipos de generalización en la enseñanza*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.

64. Davíдов, V. (1988). *La enseñanza Escolar y el Desarrollo Psíquico*. Moscú: Editorial Mir.
65. De Armas, N. y Valle, A. (2011). *Resultados científicos en la investigación educativa*. Ciudad de la Habana. Cuba: Editorial Pueblo y Educación.
66. De Feria, E. (2000). *La tecnología como herramienta de apoyo a la generación de conocimiento*. *Revista Innovaciones Educativas*, año VII, número 12, Editorial EUNED, San José, Costa Rica.
67. De Guzmán, M. (1989). *Panorámica Actual de la Educación Matemática*. Universidad Computense de Madrid, España. <http://www.oli.org.co/oeivirt/edumat.htm>
68. Delgado, R. (1999). *La Enseñanza de la Resolución de Problemas Matemáticos*. Tesis Doctoral. La Habana, Cuba.
69. Demidovich, B. y otros (1977). *Problemas y Ejercicios de Análisis Matemático*. Moscú: Editorial Mir.
70. Delors, J. (1996.): “*Los cuatro pilares de la educación*” en *La educación encierra un tesoro. Informe a la UNESCO de la Comisión internacional sobre la educación para el siglo XX*, Madrid, España: Santillana/UNESCO. pp. 91-103.
71. Díaz, I. López, Á. D. y Reyes, A. C. (2011). *El proceso de enseñanza-aprendizaje desarrollador y su relación con el trabajo metodológico*. Revista: Mendive. Año 9/No.34/ene-mar/2011. Pinar del Río. Cuba.
72. Díaz, F., Hernández, G. (2002). “*Estrategias docentes para un aprendizaje significativo, una interpretación constructivista*”: Ed. Mc Graw- Hill, 2° Edición.
73. Díaz, Á. (1999). *Didáctica y Currículum*. Barcelona.: Editorial Paidós.
74. Díaz, E. (2004). *El Principio de Cavalieri 2D y 3D*. Reporte de Investigación, 2° Congreso Internacional Iberocabri 2004, CINVESTAV-UadeC, Coahuila, México.
75. Dieguez, R. (2001). *Un modelo del proceso de solución de problemas matemáticos contextualizados en la matemática básica para la carrera de Agronomía*. Tesis

presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas, Santiago de Cuba.

76. Dörfler, W. (1991). *Forms and means of generalization in mathematics*, en A. Bishop et all (eds), *Mathematical Knowledge: Its Growth Through Teaching*: Kluwer Academic Publishers, pp. 63-85.
77. Durón, C. (1997). *Enseñanza de Procesamientos Lógicos Elementales mediante la enseñanza de la Matemática*. Tesis Doctoral. La Habana Cuba.
78. Duvinsky, E. (2000). *Aplicación de la perspectiva piagetiana a la educación matemática universitaria*. *Educación Matemática*, Vol 8-No3, pp. 24-41.
79. Echemendía, D. (2012). *El proceso de preparación de la asignatura en las universidades de ciencias pedagógicas*. Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Universidad de Ciencias Pedagógicas Silverio Blanco Núñez. Sancti Spíritus
80. EDUTEKA (2003). *Los manipulables en la enseñanza de las matemáticas. La integración de las TICs en Matemáticas. Computadores en el currículo Matemático. Sobre tecnología en la Clase de Matemáticas*. Reseña de Software de Matemáticas. <http://www.eduteka.org/PrincipiosMath.php>
81. EMAT (2000). *Enseñanza de las Matemáticas con Tecnología*. Investigadores en Matemática Educativa del CINVESTAV, IPN–UadeC
82. Estrabao, A. (1998). *Programa para la dirección de la formación del profesional en facultades*. Tesis en opción al título académico de Master en Ciencias de la Educación. Universidad de Oriente.
83. Fridman, L. M. (1999). *La Resolución de Problemas en Matemática*. México: *Matemática Educativa* 3(1). Editorial Iberoamericana, [s. p.].
84. Fuentes, H. (2008). *La formación de los profesionales en la contemporaneidad. Concepción científica holística configuracional en la educación superior*. CeeS "Manuel F. Gran" Universidad de Oriente. Cuba.



85. Galperin P. (1986). "Sobre el método de formación por etapas de las acciones mentales". En *Antología de la psicología y de las edades*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
86. Gallardo, J. (2004). *Diagnóstico y evaluación de la comprensión del conocimiento matemático*. Tesis doctoral. Universidad de Málaga. España.
87. Gamboa, M. E. (2013). *Contextualización de la enseñanza de la matemática desde el diseño de unidades didácticas*. En: CD Evento Internacional COMPUMAT 2013. Universidad de las Ciencias Informáticas. La Habana: Cuba.
88. Garcés, W. (2000). *El sistema de Tareas como Modelo de Actuación Didáctica en la Formación de Profesores de Matemática-Computación. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas*. ISP "José de la Luz y Caballero". Holguín.
89. García, J.E. (2011). *La Didáctica de las Matemáticas: una visión general*. Disponible en <http://www.oei.es/noticias/spip.php?article9218>
90. García E. R. (1988): *Metodología para la utilización de las calculadoras en las clases de matemática del décimo grado en Cuba* (tesis en opción del grado científico de doctor en ciencias pedagógicas) ICCP. p.8.
91. Gascón, J. (2001). *Incidencia del Modelo Epistemológico de las Matemáticas Sobre las Prácticas Docentes*. Disponible en [www.redalyc.org/articulo.oa?id=33540202](http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33540202)
92. Gascón, J. (1994). *El papel de la Resolución de Problemas en la Enseñanza de las Matemáticas*, en *Revista Educación Matemática*, vol. 6, N° 3, 37-51.
93. Gatica, S., Andino G. B., et al. (1992). *Una nueva propuesta para la enseñanza de temas de Análisis matemático I en carreras de Ingeniería*. Congreso Latinoamericano de Educación Superior. Siglo XXI.
94. Gaudy, V. (2009). *Planificación del proceso de enseñanza – aprendizaje*. Venezuela: Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
95. Gil Pérez, Daniel y Miguel de Guzmán Ozámiz (1993): *Enseñanza de las Ciencias y la Matemática*. España. Biblioteca Digital.

96. Gil, D. / Guzmán, M. (2000): *Enseñanza de las Ciencias y la Matemática: Tendencias e Innovaciones, I.3. ¿La enseñanza integrada de las ciencias como superación de planteamientos alejados de la realidad y carentes de interés?*, Monografía en formato electrónico, Organización de Estados Iberoamericanos.
97. Godino, J D., Batanero, C. (1994): *Significado Institucional y Personal de los Objetos Matemáticos*, en *Recherches en Didactique des Mathématiques*, Vol. 14, No 3: 325-355 (<http://www.sectormatematica.cl/articulos.htm>).
98. Godino, J. D. (1996). *Significado y comprensión de los conceptos matemáticos*, en L. Puig y A. Gutiérrez (Eds.). *Proceedings of the 20 th PME Conference* (Vol. 2, pp. 417 – 424). Universidad de Valencia (disponible en <http://www.sectormatematica.cl/articulos.htm>).
99. Godino, J., Flores, Pablo (1998). *Papeles instrumentales y semióticos de los recursos manipulativos en el estudio de las matemáticas*. Dpto. de Didáctica de la Matemática, Universidad de Granada; <http://www.ugr.es/local/jgodino/>
100. Godino, J. D. (2001 a). *Confrontación de Herramientas Teóricas para el Análisis Cognitivo en Didáctica de las Matemáticas*, disponible en <http://www.ugr.es/~jgodino/doctorado/confrontacion.pdf>
101. Godino, J. D. (2001 b). *Análisis Semiótico y Didáctico de Procesos de Instrucción Matemática*, disponible en <http://www.sectormatematica.cl>
102. Godino, J. D. (2002a): *Competencia y Comprensión Matemática: ¿Qué Son y Cómo se Consiguen?*, recuperable en <http://www.ugr.es/~jgodino/>
103. Godino, J. D. (2002b). *Perspectiva Semiótica de la Competencia y Comprensión Matemática*, recuperable en <http://www.ugr.es/~jgodino/>
104. Godino, J. D. (2003). *Matemática y su Didáctica para Maestros*. Proyecto EDUMAT-Maestros. Disponible en: <http://www.ugr.es/local/jgodino/>
105. Godino, J. D. (2003a). *Teoría de las funciones semióticas en didáctica de las matemáticas*, recuperable en [http://www.ugr.es/~jgodino/indice\\_tfs.htm](http://www.ugr.es/~jgodino/indice_tfs.htm).

106. Godino, J. D. (2000b). *Marcos Teóricos de Referencia Sobre la Cognición Matemática*. Recuperable en <http://www.ugr.es/~jgodino>
107. Godino, J. D. (2003c): *Investigaciones sobre Fundamentos Teóricos y Metodológicos de la Educación Matemática*. Colección de artículos, recuperable en <http://www.ugr.es/~jgodino>.
108. Godino, J. (2003d). *Teoría de las Funciones Semióticas. Un enfoque ontológico – semiótico de la cognición e instrucción matemática*. Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada. Libro fotocopiado ÍTEMS 2004 y disponible en Internet: URL: [http://www.ugr.es/local/jgodino/indice\\_tfs.htm](http://www.ugr.es/local/jgodino/indice_tfs.htm).
109. González, J. M. y otros. (2009). *Particularidades del aprendizaje en las carreras pedagógicas*. Curso 50. Pedagogía 2009. Ciudad de la Habana.
110. González, I., Diéguez R. y otros (1997). *Algunas ideas para la diferenciación de las capacidades de aprendizaje de los estudiantes*. Revista Automatizada Enlace V. III, N. 15.
111. González, M. (1997). *Fundamentos de la didáctica especial de la Matemática*. Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Universidad de Oriente.
112. González, C. (2009). *Estrategia didáctica para favorecer la formación y desarrollo de la competencia gestionar el conocimiento matemático en los estudiantes universitarios*. Tesis de Doctorado no publicada. Universidad Apec. Santo Domingo.
113. González, B. (2001). *La preparación del profesor para la utilización de la modelación matemática en el proceso de enseñanza-aprendizaje*. Ministerio de Educación Superior, Universidad Central. “Marta Abreu”, Facultad de Matemática, Física y Computación, Tesis doctoral, Santa Clara, Cuba.

114. González, F. (2000). *Acerca de la Metacognición*. [en línea]. Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Maracay, Aragua, Venezuela. [Consulta: 1 de agosto, 2001]. <http://cidipmar.fundacite.arg.gov.ve/parxiv-x/art-5htm>
115. Gutiérrez, M. (2003). *Metodología del Diseño Curricular Desarrollador del Ciclo Básico de las Carreras de Ingeniería*. Tesis Doctoral. Camagüey, Cuba.
116. Guzmán, M. De (1991). *Los Riesgos del Asistente matemático en la Enseñanza de la Matemática* (recuperable en <http://thales.cica.es>).
117. Guzmán, M. De (1991). *Tendencias Innovadoras en Educación Matemática*. Madrid. Recuperable en <http://ochoa.mat.ucm.es/~guzman/>
118. Guzmán, M. De (1993). *Programas de asistente matemático en la Educación matemática*. Vela Mayor. Revista de Anaya Educación, 3 pp. 33-40 (recuperable en <http://thales.cica.es>).
119. Guzmán, M. De (1996). *El Rincón de la Pizarra*. Madrid: Editorial Pirámide.
120. Hall Aguilar, L.E. (2006). *Sistema de ejercicios para la enseñanza de la Matemática I en la carrera de Contabilidad y Finanzas*. Tesis en opción al título académico de Máster en Ciencias de la Educación. Universidad de Ciego de Ávila.
121. Hernández, H. (1989). *El perfeccionamiento de la enseñanza de la Matemática en la Enseñanza Superior Cubana. Experiencia en el Álgebra Lineal*. Tesis de Doctorado no publicada. Universidad de La Habana.
122. Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (1991). *Metodología de la Investigación*. McGraw-Hill Interamericana de México, S.A. de C.V. México.
123. Herrera T. (2003). Bert Waits /*Computadores de bolsillo: Ingrediente Esencial en la Enseñanza y el Aprendizaje de Matemáticas*. Disponible en <http://www.enc.org/features/focus/archive/horizons/document.shtm?input=FOC-002315-index>.

124. Hilarraza, Y. J. (2009). *Gestión formativa socio - transformadora de la investigación pedagógica*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas, Universidad de Oriente, Cumaná- Venezuela.
125. Hitt, F. (2003). *Dificultades en el aprendizaje del Cálculo. Décimo primer encuentro de Profesores de Matemáticas del Nivel Medio Superior*. Departamento de Matemáticas Educativa Cinvestav-IPN. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia.
126. Horruitinier, P. (2011). *La educación superior. Retos y perspectivas en la sociedad cubana*. Curso 17 Pedagogía 2011. Sello Educación Cubana. Ministerio de Educación. ISBN 978-959-18-0616-1.
127. Hoyle, C (2001): *From describing to designing mathematical activity. Special Issue of Educational Studies in Mathematics*.
128. Inglada, N. y Font V. (2003): *Significados Institucionales y Personales de la Derivada. Conflictos Semióticos Relacionados con la Notación Incremental*. Disponible en Internet.
129. Juan, A. A. y Bautista G. (2001). *Didáctica de las matemáticas en enseñanza superior: la utilización de software especializado*. Disponible en <http://www.uoc.edu/web/esp/art/uoc/0107030/mates.html>
130. Jungk, W. (1978). *Conferencias sobre Metodología de la Enseñanza de la Matemática 1*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
131. Jungk, W. (1985). *Conferencias sobre Metodología de la Enseñanza de la Matemática 2*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
132. Jungk, W. (1989). *Conferencias sobre metodología de la enseñanza de la Matemática 1*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana.
133. Kilpatrick, J. Rico, L. y Sierra, M. (1994). *Educación Matemática e Investigación*. Colección Educación Matemática en Secundaria: Editorial Síntesis. Barcelona.
134. Kingler, C., Vadillo, G. (2000). *Psicología Cognitiva, Estrategias en la Práctica Docente*: Editorial Mc Graw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V.

135. Kline, Morris (1989). *El fracaso de la Matemática Moderna* (reseña de M.D. González y Guillermina Waldegg)", en Revista Educación Matemática, vol.1, N° 1. México, Grupo Editorial Iberoamérica, p.28-32.
136. Kudriáv'tsev, L.D (1983). *Curso de Análisis Matemático*. Tomo I. Moscú: Editorial Mir.
137. Lavorde, C. (1998). *Visual phenomena in the teaching/learning of geometry in a computer-based environment*. In *Perspectives on the Teaching of Geometry for the 21st Century*. An ICMI Study. Kluwer Academic Publishers, pp. 113- 121
138. Leóntiev, A. N. (1981). *Actividad, Conciencia, Personalidad*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
139. López, E. (2008). *La contextualización de la didáctica de la Matemática: un imperativo para la enseñanza de la Matemática en el siglo XXI*. Revista Pedagógica Universitaria. Vol. 13. No. 3.
140. López Vera, L., Alanís, A., Pérez, O. (2005). *La Habilidad Ubicación Espacial Matemática, como Habilidad Esencial, en la Visualización Matemática*. Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, UANL. Acta Latinoamericana de Matemática Educativa Vol.18, impresa y en CD-ROM. México.
141. López, M. (1990). *Sabes enseñar a describir, definir y argumentar*. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. Cuba.
142. Lumpkin, B. (1996). *Historia en la enseñanza de la matemática*. Revista Cubana de Educación Superior, (2): 142-153p.
143. Machado, E; Montes de Oca, N y Mena, A. (2008). *El desarrollo de habilidades investigativas como objetivo educativo en condiciones de la universalización de la educación superior: la solución de problemas como habilidad compleja e investigadora*. Proyecto Ramal del Ministerio de Educación Superior. La Habana.
144. Malikov, T.S. (1992). *Significados y Significantes Relativos a las Fracciones*, en Revista Educación Matemática, vol.4, N° 2. México, Grupo Editorial Iberoamérica, p.30-54.

145. Martínez, D. (2000). *Estrategia para el logro de la significatividad didáctica en la formación del concepto de función en la matemática para la licenciatura en economía*. Tesis doctoral, Santa Clara .Cuba.
146. Matos. Et. Al. (2007). *Lógica de investigación y construcción del texto científico*. Disponible en <http://myslide.es/documents/mice-logica-construccion-texto-cientifico-ematos.html>
147. MES. (2005). *Comisión Nacional de la Carrera de Ingeniería Agrícola. "Fundamentación del Plan de estudio "D" de la carrera Ingeniería Agrícola"*.
148. Mederos, O. (2002). *La formación, desarrollo y generalización de conceptos en la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática*. Conferencia impartida en el evento RELME 2002.
149. Mederos., Otilio y Ruiz. A. (2002). *La operación de clasificación de conceptos y su aplicación al estudio de los cuadriláteros convexos*. Ponencia presentada en el Evento Internacional RELME 2002. La Habana. Cuba.
150. Medina, L. (2001). *Métodos de Investigación I y II*, 10ª Reimpresión, SEP, DGTI, SEIT. México.
151. MINED (1990). *Licenciatura en Educación Carrera Matemática-Computación*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
152. Montoya, J. (2005). *La contextualización de la cultura en los currículos de las carreras pedagógicas*. Tesis presentada en opción al título de Doctor en Ciencias Pedagógicas. ISP "Frank País García". Santiago de Cuba
153. Negrón., C. y otros (2003). *El Uso del Programa Cabri Geometre en la Enseñanza del Análisis Matemático*. Boletín de la Sociedad Nacional de Matemática y Computación de Cuba. La Habana.
154. Núñez, J. (1998). *Visualización y Matemáticas*, disponible en <http://www.sectormatematica.cl/articulos.htm>.
155. Ogalde, I., Bardavid, E. (1992). *Los Materiales Didácticos - Medios y Recursos de apoyo a la docencia* (Tecnología Educativa): Editorial Trillas.

156. Palacio, J. (1988). *Propuesta para una Nueva Estructura en el Tratamiento del Cálculo Diferencial e Integral en la Enseñanza Preuniversitaria en Cuba*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. La Habana.
157. Palacio, J. (2000). *La Fundamentación Matemática desde la Edad Temprana*. Memorias del Evento Internacional Compumat 2000. Manzanillo. Cuba.
158. Pardo Gómez, M. E., Izquierdo Lao, J. M., Fuentes González, H. C., & Álvarez Valiente, I. B. (2005). *Las tecnologías de la información y las comunicaciones en la dinámica del proceso docente educativo en la Educación Superior*. In V Congreso Internacional Virtual de Educación.
159. Parra, I. B. (2002). *Modelo didáctico para contribuir a la dirección del desarrollo de la competencia didáctica del profesional de la educación en formación inicial*. Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. La Habana: Instituto Superior Pedagógico "Enrique José Varona".
160. Paz, Y., Ortiz, E. (2016). *La sugestión en el proceso de enseñanza-aprendizaje universitario ¿Un recurso sociopsicológico desdeñable?* .Revista Pedagogía Universitaria Vol. 21 (No. 1), 41-50.
161. Peltier, Marie-Lise (1993). *Una Visión General de la Didáctica de las Matemáticas en Francia*, en Revista Educación Matemática, vol. 5, Nº 2. México, Grupo Editorial Iberoamérica, p.4-10.
162. Peón, A. R. (2000). *La Educación Superior en el Siglo XXI: Líneas Estratégicas de Desarrollo*. Una Propuesta de la ANUIES, presentado por la Secretaría General Ejecutiva de la ANUIES, en la XII Asamblea Extraordinaria, Universidad de Sonora, Sonora México. <http://www.educadis.uson.mx/pagina/ftp/lineas-estrategicas-dllo-educ-mex.doc>
163. Pérez, A. (2015). *La formación y desarrollo de la habilidad profesional planificar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática*. Tesis presentada en



opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Sancti Spíritus: Universidad “José Martí Pérez”.

164. Pérez, O. (2000). *Didáctica de las Matemáticas - Medios y Recursos Didácticos*. Material impreso para la Maestría en Enseñanza de las Ciencias, con Especialidad en Matemáticas FCFM- UANL.
165. Pérez, G., Nocado I. (1983). *Metodología de la Investigación Pedagógica y Psicológica*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
166. Piaget J. (1979). *Tratado de Lógica y Conocimiento Científico*. Buenos Aires: Editorial Paidós.
167. Piaget, J. (1974). *Seis estudios de psicología*. Buenos Aires. Argentina: Ediciones Corregidor.
168. Piaget, J. (1975). *Introducción a la Epistemología Genética*: Editorial Paidós.
169. Polya, G. (1965). *Como plantear y resolver problemas*. México: Editorial Trillas.
170. Proenza, Y y Leiva. L. (2006). *Reflexiones sobre la calidad del aprendizaje y de las competencias Matemáticas*. Revista Iberoamericana de Educación Vol. 40 no 6.
171. Radford L. (2003). *On The Epistemological Limits Of Language: Mathematical Knowledge And Social Practice. During The Renaissance*. Educational Studies in Mathematics 52: 123–150. Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.
172. Radford, L. (1990). *Organización Lógica de Enunciados en una Demostración*, en Revista Educación Matemática, vol. 2, Nº 1. México, Grupo Editorial Iberoamérica, pp. 21-29.
173. Rangel, Y. L. (2002 a). *Dirección del Aprendizaje y Desarrollo Profesional*. Sancti Spíritus: Editorial Luminarias.
174. Rangel, Y.L. (2002 b). *Una tríada dialéctica para la dirección del aprendizaje: principios, leyes y estrategia didáctica*, en Revista Pedagogía y Sociedad No.5. Sancti Spíritus. Cuba.

175. Rebollar, A. (2000). *Una variante para la estructuración del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática, a partir de una nueva forma de organizar el contenido, en la escuela media cubana*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Santiago de Cuba.
176. Rechimont, E., Ferreira, N., Pedro, I., Dieser, M., Scarímbolo, M. (2001). *Ingresantes a la Universidad y los Errores en Geometría Elemental*; Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa. Disponible en <http://www.itcr.ac.cr/revistamate/ContribucionesN32001/Errores%20C.R.1/pag1>
177. Ríbnikov, K. (1987). *Historia de las Matemáticas*. Moscú: Editorial Mir.
178. Riverón, Otoniel., Martín, J. A. (2001). *Influencia de los problemas matemáticos en el desarrollo del pensamiento*. Universidad de Ciego de Ávila, Cuba, OEI-Revista Iberoamericana de Educación.
179. Rodríguez, M. R. (2008). *Desarrollo de estrategias de aprendizaje en los alumnos de la carrera de Ingeniería en Mecanización Agropecuaria de la Máximo Gómez Báez* –Universidad de Granada. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas). España. Ministerio de Educación Superior.
180. Rubinstein, S.L. (1986). *El problema de las capacidades y las cuestiones relativas a la teoría psicológica*. En *Antología de la Psicología Pedagógica y de las Edades*. Compilado por I.I. Iliasov y V. Yaliaodis: Editorial Pueblo y Educación, La Habana.
181. Ruiz, Aldo. (2003). *Procedimiento Didáctico para el Diseño de la Integración de Conocimientos Matemáticos en Décimo Grado*. Tesis en opción al título de Master en Didáctica de la Matemática. ISP “José de la Luz y Caballero”. Holguín.
182. Sánchez, B., Valcarcer, P. (1993). *Diseño de unidades didácticas en el área de ciencias experimentales*. Enseñanza de las ciencias, 11(1), pp. 33-44.

183. Santos, L. (2000). *The Use of Representations as a Vehicle to Promote Student's Mathematical Thinking in Problem Solving. The International Journal of Computer in Algebra, in Mathematics Education*. Vol.7.No.3, pp.193-212
184. Schoenfeld, A. (2000). *Propósitos y métodos de investigación en Educación Matemática*. Notices of the AMS. Volume 47, Number 6. (Traducción)
185. Server, P.M. (2005). *Programa director dirigido al desarrollo de habilidades para resolver problemas profesionales, utilizando la computación en el estudiante de la carrera de mecanización de la producción agropecuaria*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Aportaciones Educativas, Ciencias Sociales y humanas. Universidad de Granada. España.
186. Steiner, H. G. (1987). *Theory of Mathematics Education: an introduction*. Forthelearning of mathematics, 5 (2), pp. 11-17.
187. Suárez, M. (1999). *Las Matemáticas Aplicadas a la Ingeniería*. Hemeroteca Virtual ANUIES. <http://www.hemerodigital.unam.mx/ANUIES>.
188. Talízina, N. F. (1985). *Fundamentos de la Enseñanza en la Educación Superior. Memorias de conferencias en la Universidad de la Habana*: Editorial U.H. Habana. Cuba.
189. Talízina, N. F. (1988). *Psicología de la Enseñanza*. Moscú: Editorial Progreso.
190. Tall, D.O. (1996). *Function and Calculus*, en Bishop, A.J. et al. *International Handbook of Mathematics Education*. Kluwer Academic Publishers. pp. 289-325. Disponible en <http://serpiente.dgsca.unam.mx/udual/asamblea/tamez.htm>
191. Tauber, L. M. (2000). *La Construcción del Significado de la Distribución Normal a Partir de Actividades de Análisis de Datos*. Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe. Argentina, disponible en <http://www.sectormatematica.cl/articulos.htm>
192. Taylor, A.E. (1968). *Advanced Calculus*. La Habana: Edición Revolucionaria.
193. Taylor, S. J. Y R, Bagdon (1998). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Barcelona: Editorial PAIDOS.

194. Teruel, M., Martínez, M., Fernández, E. (2015). *Estrategia didáctica con el apoyo de las tic para el desarrollo de habilidades profesionales en la licenciatura en contabilidad y finanzas en el modelo semipresencial*. Revista Pedagogía Universitaria Vol. 20(No. 1), 71-81.
195. Tinoco, C. I. (2003). *Nociones de Derivada e Integral*. Cuarto Taller Internacional de Matemática e Informática: MATINFO'2003. Holguín Cuba.
196. Torres, P. (1994). *La Didáctica de las Matemáticas en la Escuela Cubana Actual: Origen, Fundamentos, Estructura y Proyecciones*, en Revista Educación Matemática, vol.6, Nº 3. México, Grupo Editorial Iberoamérica, p.82-89.
197. Torres, P. (2000). *La enseñanza de la Matemática en Cuba en los umbrales del siglo XXI: logros y retos*. ISPEJV. Impresión ligera.
198. Torres, M. (1994). *Estrategias de aprendizaje. Estado de la cuestión. Propuesta para una intervención educativa*. Revista Teoría de la Educación Vol. 7, pp. 53-76.
199. Valle, A. D. (2011). *Modelos para diseñar un diagnóstico pedagógico*. En De Armas, N. y Valle Lima, A. Resultados científicos en la investigación educativa: Editorial Pueblo y Educación.
200. Vaquero, A. y C. Fernández (1987). *La informática aplicada a la enseñanza*. Madrid: Ediciones de la Universidad Complutense, S.A.
201. Vázquez R., Gutiérrez, M. (2001). *Una selección de problemas para la enseñanza de la matemática en ciencias técnicas*. Centro de Estudios de Ciencias de la Educación, Facultad de Informática, Universidad de Camagüey, Cuba.
202. Vecino, F. (2004). *La universidad en la construcción de un mundo mejor*. Conferencia Magistral Congreso Universidad 2004, Ciudad de La Habana.
203. Vela, J. (1999). Educación Superior: *Inversiones para el Futuro*. Disponible en: <http://serpiente.dgsca.unam.mx/udual/asamblea/vela.htm>
204. Vigotsky, L. S. (1982). *Historia del desarrollo de las funciones psíquicas superiores*. La Habana: Ed. Pueblo y Educación.

205. Vigotsky, L. S. (1989). *Obras completas*. Tomo V. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
206. Vigotsky, L. S. (1981). *Pensamiento y Lenguaje*. La Habana: Edición Revolucionaria.
207. Villaseñor, G. (1998). *La Tecnología en el Proceso de enseñanza-aprendizaje*, EDUSAT, CONALEP, ÍTEMS (Universidad Virtual), ILCE: Editorial Trillas, México.
208. Wenzelburger, E. (1990 a). *¿Cómo enseñar hoy la Matemática para Mañana?*, en Revista Educación Matemática, vol.2, N° 2. México, Grupo Editorial Iberoamérica, p.14-21.
209. Wenzelburger, E. (1993). *Introducción de los Conceptos Fundamentales del Cálculo Diferencial e Integral- Una Propuesta Didáctica*, en Revista Educación Matemática, vol.5, N° 3. México, Grupo Editorial Iberoamérica, p.93-123.
210. Yordy, I. (2004). *La habilidad del cálculo de procesos en la solución de tareas docentes de la asignatura Álgebra Lineal*. Tesis doctoral. Camagüey. Cuba.
211. Zimmermann, W., Cunningham, S. (1991). *Visualization in Teaching and Learning Mathematics Mathematical Association of America*, 1991. Traducción: Depto. de Matemática Educativa, CINVESTAV-IPN, México.

## ANEXOS DE LA TESIS

### Anexo 1

#### Encuesta

Realizada a profesores que imparten el Cálculo Diferencial a la Carrera de Agronomía en la Universidad de Sancti Spíritus.

Objetivo: constatar las causas, que los docentes que imparten el contenido de los conocimientos básicos del Cálculo Diferencial, ponen de manifiesto en el aprendizaje del mismo.

Compañero (a), con el objetivo de llevar adelante una investigación relacionada con el uso del asistente matemático en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial, que se ejecuta como tesis doctoral en ciencias pedagógicas, se necesita su colaboración en esta encuesta. Se recaba en usted la mayor objetividad posible, insistiéndole en que la encuesta tiene carácter anónimo y que la información suministrada sólo se utilizará con fines científicos.

#### Cuestionario.

1. A continuación se exponen algunas de las dificultades que se presentan en el aprendizaje del Cálculo Diferencial, marque con una X las que manifiestan los alumnos a los cuales usted imparte clases.

Poco dominio de las reglas para la derivación de las operaciones con funciones.

Baja comprensión del concepto de derivada de una función en un punto.

Bajo dominio del concepto de límite de una función, lo que afecta el cálculo de la derivada de una función en un punto.

Baja comprensión del concepto de derivada.

Dificultades en encontrar un modelo funcional en la resolución de problemas de extremos.

Baja comprensión del concepto de diferencial de una función en un punto.

Tendencia a transferir los conocimientos algebraicos a los procesos que requieren del cálculo de límites.

2. A continuación se muestran algunas habilidades que se pueden adquirir como resultado del proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial. Marque con una X aquellos que más alcanzan sus alumnos.

Calcular la derivada de una función en un punto utilizando la definición.

Calcular la derivada de una función aplicando las reglas de la derivación de las operaciones con funciones.

Demostrar o argumentar proposiciones.

Resolver problemas de extremos.

Determinar los intervalos de monotonía de una función utilizando la derivada.

Determinar propiedades de una función a partir de la representación gráfica de su derivada.

Denotar correctamente la derivada de una función en un punto.

Denotar correctamente la derivada de una función.

Calcular la diferencial de una función en un punto.

Calcular la diferencial de una función.

Denotar correctamente la diferencial de una función en un punto.

\_\_\_ Denotar correctamente la diferencial de una función.

\_\_\_ Calcular valores aproximados de imágenes de una función utilizando su Diferencial.

\_\_\_ Utilizar el asistente matemático para resolver tareas relacionadas con derivadas o diferenciales.



## Anexo 2

Guía de entrevista.

Realizada a profesores que imparten el Cálculo Diferencial a la Carrera de Agronomía en la Universidad de Sancti Spíritus.

Objetivo: constatar la información de las dificultades que los alumnos y alumnas manifiestan sobre el aprendizaje de los conocimientos básicos del Cálculo Diferencial, por los profesores de experiencia que la imparten.

Preguntas a realizar.

1. ¿Qué dificultades más comunes manifiestan los alumnos en el aprendizaje del Cálculo Diferencial?
2. ¿Si usted fuera a clasificar estas dificultades en comprensión y desarrollo de técnicas matemáticas, en cuál de estas dos áreas las enmarcaría?
3. ¿Cuáles de estas dificultades están relacionadas con el concepto de límite?
4. ¿Con qué obstáculos cree usted que se tropiezan los alumnos en la comprensión de los conceptos de derivada, diferencial y conceptos auxiliares relacionados con los mismos?
5. ¿Qué cambios cree usted, que son necesarios realizar, en los modelos docentes que se utilizan, para mejorar la calidad del aprendizaje de los conocimientos básicos del cálculo Diferencial relacionados con los conceptos de derivada y diferencial de una función?
6. ¿Qué importancia le atribuiría al uso de asistentes matemáticos en este sentido?
7. Si después de haber respondido las preguntas anteriores tiene usted algún criterio que pueda servir para mejorar cualquiera de los aspectos aquí tratados o hacer alguna propuesta que puedan ayudar al perfeccionamiento de las mismas. Expréselas a continuación de sus respuestas con el llamado correspondiente.

### Anexo 3

Guía de Observación de clases.

Objetivo obtener información acerca de los modos de actuación de los profesores en la enseñanza de los conocimientos básicos de Cálculo Diferencial.

La presente guía de observación tiene por fin recopilar información sobre las opiniones de los profesores respecto al uso del asistente matemático en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial, las cuales serán de utilidad para la ejecución de una investigación que se realiza como tesis doctoral. Por eso se solicita la mayor objetividad en las respuestas.

Aspectos a observar:

La observación está centrada en las siguientes variables:

- Ordenamiento de los contenidos matemáticos para el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conocimientos básicos de Cálculo Diferencial. Utilización del asistente matemático.
- Elementos del conocimiento a los que se presta mayor atención.
- Procedimientos utilizados en la formación del concepto derivada.
- Si la orientación de los ejercicios se realiza teniendo en cuenta el nivel de prioridad del mismo: si es el cálculo o la determinación de los pasos para realizarlo.
- Cálculo de la derivada de diferentes funciones y la aplicación de reglas.
- Grado de implicación del asistente matemático para el cálculo de la derivada de diferentes funciones.
- Uso del asistente matemático para realizar la representación gráfica de funciones y viceversa. Dada una representación gráfica identificar los elementos que la caracterizan.

Se tendrán en cuenta además de los aspectos relacionados por el modelo, los aspectos a tener en cuenta en los controles a clases pues no podemos dejar de evaluar su desempeño como tal.

## Anexo 4

### Encuesta a Profesores

Objetivo: constatar la información sobre las opiniones de los profesores respecto al uso del asistente matemático en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial.

La presente encuesta tiene por fin recopilar información sobre las opiniones de los profesores respecto al uso del asistente matemático en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial, las cuales serán de utilidad para la ejecución de una investigación que se realiza como tesis doctoral. Por eso se solicita la mayor objetividad en las respuestas.

1. Sobre las posibilidades de utilizar el asistente matemático en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial en su centro, marque con una X las opciones que son factibles.

Los alumnos pueden utilizar el asistente matemático en su trabajo independiente fuera de la clase.

Los alumnos pueden utilizar el asistente matemático en su trabajo dentro de la clase.

El profesor puede utilizar el asistente matemático en la preparación de las clases.

El profesor puede utilizar el asistente matemático en el aula para la enseñanza.

No es posible utilizar el asistente matemático por los alumnos.

El profesor tiene muy pocas posibilidades de utilizar el asistente matemático en la preparación de sus clases.

2. En cuanto al uso del asistente matemático en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial marque con una X las opciones que usted considera más apropiadas.

El asistente matemático se utiliza para el cálculo de la derivada de una función en un punto.

El asistente matemático se utiliza para el cálculo de la derivada de una función.

El asistente matemático se utiliza para la graficación de funciones.

El asistente matemático se utiliza en una exploración guiada que permite el planteamiento de conjeturas.

El asistente matemático se utiliza en la argumentación de proposiciones.

3. Respecto a sus criterios personales sobre el uso del asistente matemático, marque con una X el planteamiento que más se ajusta a sus puntos de vista. Si se identifica con varios puede marcarlos.

Si se utiliza el asistente matemático en las clases los alumnos harán rechazo al trabajo con lápiz y papel en detrimento del proceso de enseñanza-aprendizaje.

El uso del asistente matemático debe ser objeto de atención por parte del docente en la planificación de las clases y otras actividades de manera que se combine su empleo, y el trabajo con lápiz y papel.

El uso del asistente matemático en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial va en detrimento del desarrollo del pensamiento propio de la Matemática.

Si se utiliza el asistente matemático en el proceso de enseñanza-aprendizaje para el cálculo y la graficación, se limitan los conocimientos y habilidades que los alumnos y alumnas deben adquirir y desarrollar.

\_.Otro Criterio\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Anexo 5

Estudio de las dimensiones del concepto de trayectoria didáctica.

Objetivo: determinar las dimensiones que abarca el concepto de trayectoria didáctica para el proceso de enseñanza-aprendizaje en el Cálculo Diferencial en la carrera de Agronomía.

Cuatro dimensiones importantes del concepto de trayectoria didáctica, que abarcan:

Las trayectorias: epistémica, docente, del estudiante, y la mediacional.

- Trayectoria epistémica en que se precisen tanto los elementos constitutivos de las unidades de análisis como la secuenciación de los mismos en el proceso de estudio.
- Trayectoria docente y trayectoria del estudiante donde se precisan las funciones del profesor y los alumnos (funciones del estudiante), asociadas a cada elemento del contenido y que están unidas indisolublemente en el proceso.
- Trayectoria mediacional donde se precisan la distribución de los recursos temporales y tecnológicos utilizados.

## Anexo 6

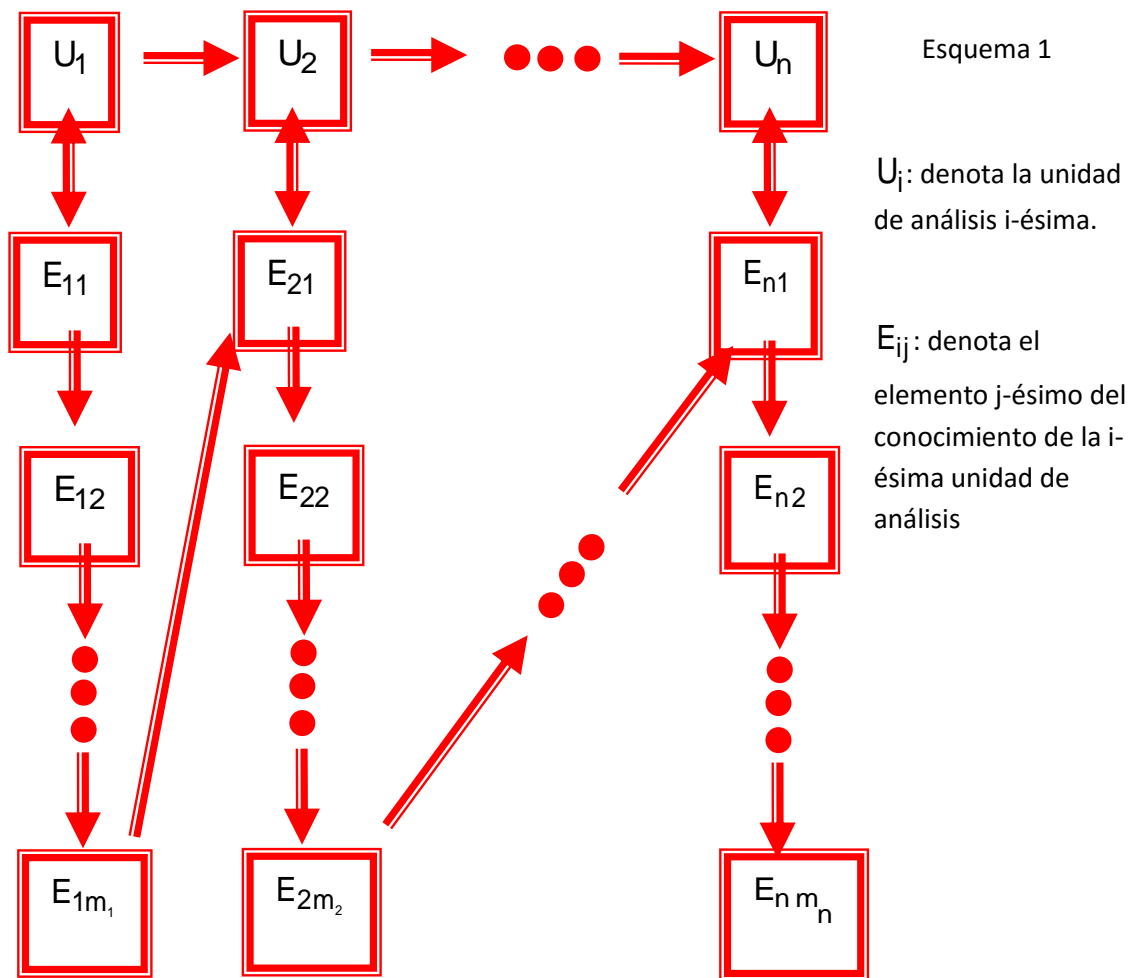
### Elaboración de la trayectoria epistémica.

Objetivo: analizar desde el punto de vista teórico del proceso para la elaboración de la trayectoria epistémica con sus etapas o momentos.

El análisis teórico realizado, permite dividir el proceso de elaboración de la trayectoria epistémica en varias etapas o momentos, que van de lo general a lo particular:

1. Determinación y secuenciación de las unidades de análisis (conceptos fundamentales) que componen el contenido (nivel macro).
2. Determinación y secuenciación de los elementos que componen cada unidad de análisis (nivel mezo).
3. Determinación y secuenciación de los elementos que componen cada subunidad de análisis o concepto auxiliar (nivel micro).

En el esquema 1 se representa el resultado de las etapas 1 y 2.



La etapa 2 de la elaboración de la trayectoria epistémica debe terminar con el ordenamiento de los elementos  $E_{ij}$  determinados y representados en el esquema 1.

La secuenciación de estos elementos se realiza comenzando con los que aparecen en la primera columna, después los de la segunda hasta llegar a la última. De esta manera se le asigna a cada elemento su número de orden en la trayectoria epistémica.

La enumeración de los elementos se puede modelar por una función  $f$  que asigna a cada par de subíndices  $(i, j)$  un número natural que representa el orden que ocupa el elemento  $E_{ij}$  en la trayectoria epistémica. Un análisis de la situación permite observar que  $f$  se

puede expresar por la fórmula  $f(i, j) = j + \sum_{k=1}^{i-1} m_k$



En consecuencia de lo anterior el número de elementos que componen la trayectoria epistémica es  $f(n, m_n) = m_n + \sum_{k=1}^{n-1} m_k = m_1 + m_2 + \dots + m_n$ , el cual se denotará en lo adelante por N.

Para facilitar el trabajo con la notación se puede hacer  $p = f(i, j)$  y denotar por  $E_p$  ( $p = \overline{1, N}$ ) el elemento de la trayectoria epistémica que ocupa el lugar p-ésimo.

a tercera y última etapa en la elaboración de la trayectoria epistémica consiste en identificar aquellos elementos que son conceptos (auxiliares) y los elementos del conocimiento que los componen, así como realizar su secuenciación.

De hecho, la secuenciación de los elementos que componen a cada concepto auxiliar conduce a la elaboración de una trayectoria epistémica para los mismos.

Estas tres etapas de análisis del contenido deben realizarse en la planificación del proceso de enseñanza-aprendizaje por parte del docente y sus resultados deben quedar plasmados en un documento de trabajo, que se suele llamar plan calendario de la asignatura o dosificación.

En realidad, las dos primeras etapas son suficientes para la confección del citado documento, pero la tercera resulta necesaria cuando se ha de realizar la secuenciación de los elementos del conocimiento en cada clase.

## Anexo 7

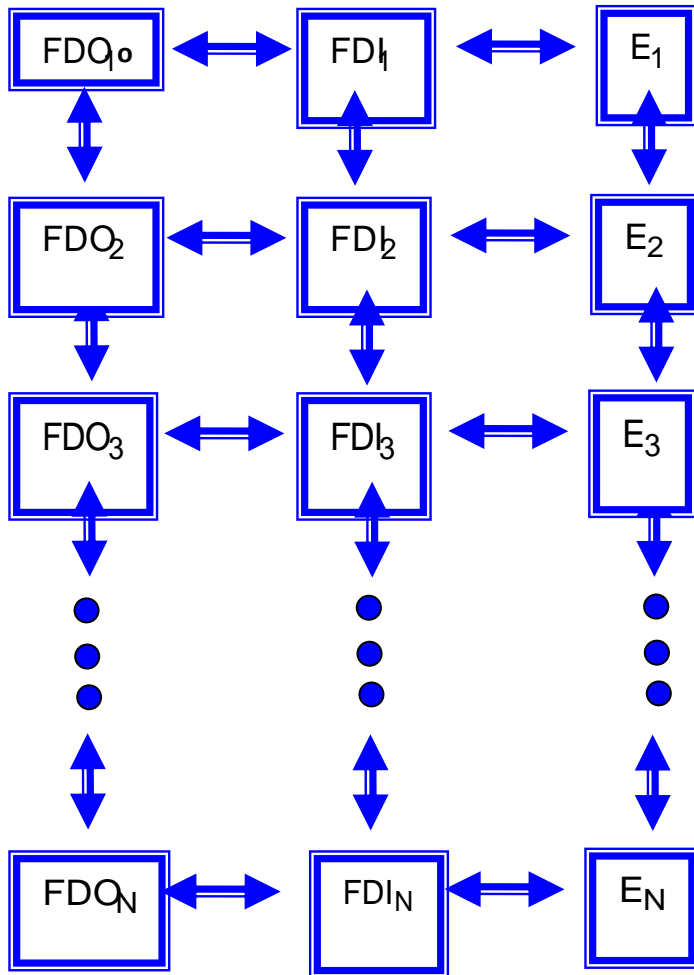
Elaboración de las trayectorias docentes y del estudiante.

Objetivo: concebir las trayectorias docentes y del estudiante en interrelación una con otra.

La trayectoria docente y la trayectoria de funciones del estudiante, que no pueden analizarse por separado, debido a que a cada acción de enseñanza corresponde una determinada acción de aprendizaje. De igual manera estas trayectorias no pueden existir al margen de las relaciones con el contenido, pues las funciones docentes y las funciones del estudiante están encaminadas a lograr la apropiación de éste por parte de los alumnos, guiados por el profesor.

Es necesario, entonces, concebir estas trayectorias en interrelación una con otra de manera que se sigue la idea que se expresa en el esquema 2.

Esquema 2



$FDO_p$ : conjunto de funciones docentes relativas al elemento  $p$ -ésimo de la trayectoria epistémica.

$FDI_p$ : conjunto de funciones del estudiante, relativas al elemento  $p$ -ésimo de la trayectoria epistémica.

$E_p$  . . . . .

Como a cada elemento de la trayectoria epistémica están asociadas un conjunto de funciones docentes y un conjunto de funciones del estudiante, la secuencia de la izquierda del esquema, constituye una primera aproximación a la trayectoria docente, la del centro, a la trayectoria del estudiante y la de la derecha, es la trayectoria epistémica.

Lo anterior indica que la elaboración de las trayectorias docente y del estudiante debe pasar por dos etapas o momentos:

1. Identificación de los conjuntos de funciones docentes y funciones del estudiante que corresponden a cada elemento de la trayectoria epistémica.
2. Secuenciación de las funciones docentes y funciones del estudiante en cada conjunto determinado en la primera etapa.

Estas dos etapas han de formar parte del trabajo de planificación del docente y la segunda resulta necesaria para la planificación de cada clase.

Una observación del esquema en la dirección vertical con sentido hacia abajo, permite visualizar el movimiento del sistema didáctico (en sentido estrecho) como una sucesión de estados de la interrelación de las funciones docentes y funciones del estudiante con los elementos del contenido.

Cada línea horizontal, representa la interrelación entre funciones docentes y dicentes con el fin de lograr el aprendizaje del elemento del conocimiento correspondiente.

La interrelación entre estas funciones para cada elemento del conocimiento se puede representar en una matriz donde se cruzan las funciones docentes y del estudiante con los elementos del conocimiento. En cada casilla se escribe una cruz si la función debe ser ejecutada para la enseñanza o aprendizaje del elemento.

Para la ejecución de las funciones de las trayectorias docente y del estudiante se tienen que utilizar determinados medios, entre los que tiene gran importancia el asistente matemático. Por eso el esquema 2 está incompleto si no se incluye en él la trayectoria mediacional.

## Anexo 8

Elaboración de la trayectoria mediacional.

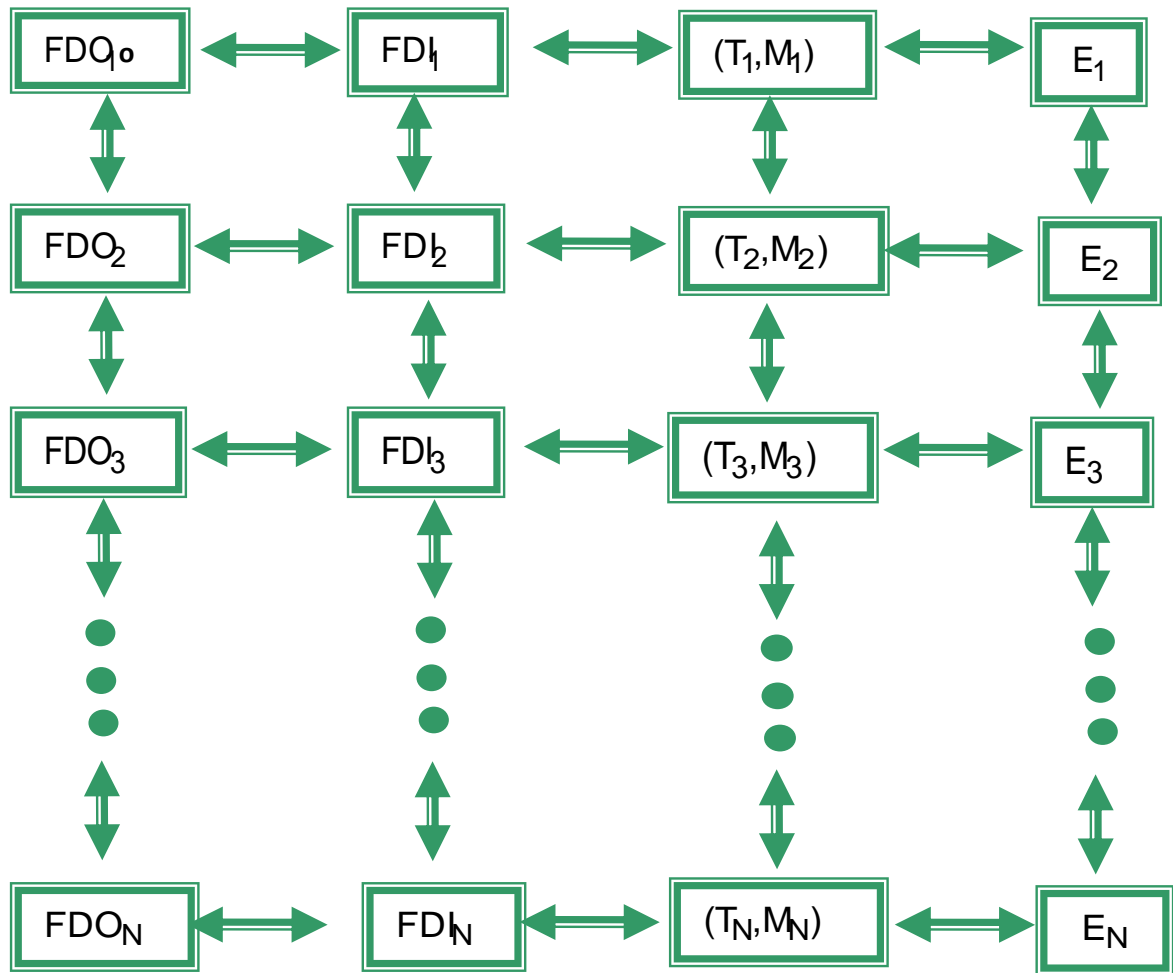
Objetivo: establecer las etapas y momentos de la trayectoria para la enseñanza-aprendizaje de cada elemento del conocimiento.

La trayectoria mediacional incluye la determinación del tiempo aproximado necesario para la enseñanza y el aprendizaje de cada elemento del conocimiento, así como la precisión de los medios a utilizar. Por tanto su elaboración requiere de un trabajo que debe pasar por las etapas o momentos siguientes:

1. Determinación del tiempo necesario aproximado para la enseñanza y el aprendizaje de cada elemento de la trayectoria epistémica.
2. Determinación de los medios necesarios para la enseñanza y el aprendizaje de cada elemento de la trayectoria epistémica.
3. Precisión del uso que se le dará a cada medio.

Como la trayectoria mediacional no debe presentarse por separado del resto de las trayectorias, una primera aproximación a la misma es la que se representa en el esquema 3.

Esquema 3



En este esquema se mantienen los símbolos utilizados en el esquema 2 y se agregan  $T_p$  y  $M_p$ , que denotan, respectivamente, el tiempo y el medio para la enseñanza y el aprendizaje del elemento  $E_p$  de la trayectoria epistémica.

El tiempo necesario puede depender de muchas variables tales como: las características individuales de los alumnos y alumnas, el nivel de desarrollo alcanzado por éstos, su motivación y disposición por el aprendizaje y los medios de que se dispone para trabajar.

La tercera etapa por la que debe pasar la elaboración de la trayectoria epistémica no se ha representado en el esquema y obedece a la concepción que se tenga sobre el uso de los medios.

En el caso específico del asistente matemático esta tercera etapa es crucial, pues de ella depende la decisión sobre el papel que asumirá el medio. En este sentido se seguirá el modelo elaborado por Murakami y Hata.

La trayectoria didáctica es, pues, la conjunción interactiva de las trayectorias: epistémica, docente, del estudiante y mediacional.

## Anexo 9

Guía para la revisión de documentos normativos de la carrera de Agronomía.

Objetivo: describir las principales características de la disciplina Matemática, las exigencias y orientaciones metodológicas, que se ofrecen para el uso de la computación en las clases de Cálculo Diferencial, en la Carrera de Agronomía de la Universidad de Sancti Spíritus.

Documentos a revisar:

Modelo del Profesional,

Indicaciones Metodológicas para la organización de la carrera,

Programas de las disciplinas.

Elementos a tener en cuenta:

Las categorías que centran la atención en la dirección del proceso de enseñanza aprendizaje dirigido al uso de la computadora en la enseñanza de los contenidos del Cálculo Diferencial.

Las funciones y tareas profesionales específicas relacionadas con la necesidad de que el estudiante egrese con una correcta formación en la modelación matemática de los sistemas y procesos

Las relaciones que se pueden establecer desde las diferentes disciplinas para la formación y desarrollo de la habilidad profesional modelación matemática de los sistemas y procesos.



A todo lo anterior hay que agregarle las principales características de la disciplina Matemática para la carrera de Agronomía en la Universidad de Sancti Spíritus.

La disciplina Matemática en la Carrera de Agronomía está ubicada en los dos primeros años, desarrollándose en sus cuatro primeros semestres. En la misma se estudian modelos y métodos matemáticos cuyas herramientas fundamentales pertenecen al Cálculo Diferencial e Integral, el Álgebra Lineal, la Geometría Analítica, las Probabilidades y Estadística. También, se hacen aplicaciones en las asignaturas de la disciplina con los asistentes matemáticos, para el procesamiento de la información y la toma de decisiones. Las asignaturas que conforman la disciplina y el fondo de tiempo de cada una de ellas se analizaron también.

## Anexo 10

Segunda encuesta a profesores con experiencia al impartir la asignatura y al uso adecuado del asistente matemático.

Objetivo: comparar la aceptación o el rechazo de los estudiantes con el uso del asistente matemático en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial.

Compañero (a), con el objetivo de llevar adelante una investigación relacionada con el uso del asistente matemático en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial, que se ejecuta como tesis doctoral en Ciencias Pedagógicas, se necesita su colaboración en esta encuesta. Recabamos de usted la mayor objetividad posible, insistiéndole en que la encuesta tiene carácter anónimo y que la información suministrada sólo se utilizará con fines científicos.

Cuestionario.

1- A continuación se exponen algunas de las dificultades que se presentaron en el aprendizaje del Cálculo Diferencial en la primera encuesta, marque con una X las que persisten en la actualidad y se manifiestan en los alumnos a los cuales usted imparte clases.

Poco dominio de las reglas para la derivación de las operaciones con funciones.

Baja comprensión del concepto de derivada de una función en un punto.

Bajo dominio del concepto de límite de una función, lo que afecta el cálculo de la derivada de una función en un punto.

Baja comprensión del concepto de derivada.

Dificultades en encontrar un modelo funcional en la resolución de problemas de extremos.

Baja comprensión del concepto de diferencial de una función en un punto.

Tendencia a transferir los conocimientos algebraicos a los procesos que requieren del cálculo de límites.

2- A continuación se muestran algunas habilidades que se pueden adquirir como resultado del proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial. Marque con una X aquellos que más alcanzan sus alumnos.

- Calcular la derivada de una función en un punto utilizando la definición.
- Calcular la derivada de una función aplicando las reglas de la derivación de las operaciones con funciones.
- Demostrar o argumentar proposiciones.
- Resolver problemas de extremos.
- Determinar los intervalos de monotonía de una función utilizando la derivada.
- Determinar propiedades de una función a partir de la representación gráfica de su derivada.
- Denotar correctamente la derivada de una función en un punto.
- Denotar correctamente la derivada de una función.
- Calcular la diferencial de una función en un punto.
- Calcular la diferencial de una función.
- Denotar correctamente la diferencial de una función en un punto.
- Denotar correctamente la diferencial de una función.
- Calcular valores aproximados de imágenes de una función utilizando su diferencial.
- Utilizar el asistente matemático para resolver tareas relacionadas con derivadas o diferenciales.

3.- De existir alguna dificultad, diga cuáles son a su entender, las razones fundamentales:

- Falta de estudio
- No uso de la computación en las clases.
- Otro. Diga cuál.

4.- Exprese su grado de satisfacción, con los resultados obtenidos en la impartición del Cálculo diferencial, en la Carrera de Agronomía, con el uso del asistente matemático, por parte de sus estudiantes.

## Anexo 11

Segunda guía de entrevista a profesores.

Objetivo: comparar la satisfacción que manifiestan los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje en los conocimientos básicos del Cálculo Diferencia después de la aplicación del asistente matemático.

Esta es la segunda guía de entrevista para comparar con opiniones de profesores de experiencia acerca de las dificultades que manifiestan los estudiantes en el aprendizaje de los conocimientos básicos del Cálculo Diferencia después de la aplicación del asistente matemático.

Preguntas a realizar.

¿Qué dificultades más comunes manifiestan los alumnos en el aprendizaje del Cálculo Diferencial después de la aplicación?

¿Si usted fuera a clasificar estas dificultades en comprensión y desarrollo de técnicas matemáticas, en cuál de estas dos áreas las enmarcaría?

¿Cuáles de estas dificultades están relacionadas con el concepto de límite y cuáles con la aplicación del asistente?

¿Con qué obstáculos cree usted que se tropiezan los alumnos en la comprensión de los conceptos de derivada, diferencial y conceptos auxiliares relacionados con los mismos y que expresan con respecto al uso del asistente matemático?

¿Qué cambios cree usted que son necesarios realizar en los modelos docentes que se utilizan para lograr mejorar la calidad del aprendizaje de los conocimientos básicos relacionados con los conceptos de derivada y diferencial de una función y la aplicación consciente del asistente matemático?

## Anexo 12

### Guía de observación a clases

Objetivo: obtener información sobre el producto de la actividad de los estudiantes en la aplicación del asistente matemático.

Guía que precisa los aspectos a tener en cuenta.

### Guía de observación a clases

1-. Precisar si se garantiza el nivel de partida y sobre qué aspectos hubo mayor dificultad en la preparación para el cumplimiento de los objetivos propuestos según la forma de docencia.

2-. Valoración del tiempo que los estudiantes necesitaron para culminar los ejercicios propuestos por el docente

3-. Establecimiento con los estudiantes de un intercambio sobre los conocimientos que poseen sobre los temas objetos de estudio y la profundidad con que lo expresan.

4- Identificación del uso de materiales y medios a su alcance para realizar la actividad docente y de estudio independiente.

5-. Verificación si cuentan con la asignatura digitalizada y la utilizan intercambiando con el profesor.

6-. Comprobación hasta qué punto el profesor utiliza los métodos tradicionales del cálculo de la derivada de funciones elementales y como integra el asistente matemático en este proceso.

## Anexo 13

Encuesta a estudiantes de la carrera de agronomía.

Objetivo: constatar el nivel de información acerca del nivel de formación y desarrollo de la aplicación de métodos y procedimientos para resolver ejercicios del Cálculo Diferencial

DATOS GENERALES. Año: \_\_\_\_\_

### CUESTIONARIO

Mencione las posibilidades del conocimiento matemático que Ud. posee para dar solución a los ejercicios del Cálculo Diferencial que se presentan en la resolución de los temas correspondientes al mismo,

---

---

2. Marca con una "X" los materiales que utilizas durante la planificación del proceso de estudio independiente para resolver los ejercicios que el profesor te orienta para el estudio independiente.

\_\_\_ Las conferencias y guía entregadas por el profesor

\_\_\_ Los Libros de Textos y Cuadernos Complementarios.

\_\_\_ Software educativo y asistentes matemáticos.

\_\_\_ Solamente los ejercicios que el profesor resuelve en la clase

\_\_\_ Otros ¿Cuáles?

3. Enumere en orden ascendente los tres momentos que más contribuyeron a su preparación para resolver los ejercicios de las evaluaciones de pruebas parciales y Final

del Cálculo Diferencial

\_\_\_ La maestría del profesor en la impartición de los contenidos del Cálculo Diferencial

\_\_\_ Mi preparación en el estudio independiente

\_\_\_ El explicar los ejercicios que resuelvo en el pizarrón a mis compañeros

\_\_\_ El trabajo con el equipo al cual pertenezco

\_\_\_ Los conocimientos que poseo para utilizar el asistente matemático en la resolución de éstos ejercicios

\_\_\_ Durante la realización de sesiones de consultas y/o ejercicios prácticos de de las tareas extractase orientadas por el profesor

\_\_\_ La interrelación de las disciplinas relacionadas con la Matemática.

\_\_\_ Otros. ¿Cuáles?

Cuando Ud. realiza los ejercicios matemáticos del Cálculo Diferencial

. La motivación que usted siente para realizar las mismas es:

\_\_\_ MA \_\_\_ BA \_\_\_ A \_\_\_ PA \_\_\_ NA

5. El nivel de satisfacción al utilizar el asistente matemático en la resolución de ejercicios del Cálculo Diferencial logrado durante la clase es:

\_\_\_ MA \_\_\_ BA \_\_\_ A \_\_\_ PA \_\_\_ NA

6. Durante el estudio y la resolución de ejercicios del Cálculo Diferencial e Integral, como pude Ud. evaluar su preparación:

\_\_\_ MA \_\_\_ BA \_\_\_ A \_\_\_ PA \_\_\_ NA

## Anexo 14

Concreción de las funciones del docente y los estudiantes.

Objetivo: determinar las funciones correspondientes a los docentes y estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial.

Se puede afirmar que las funciones de aseguramiento del nivel de partida, motivación y orientación hacia el objetivo (Torres, 1994, p. 87) son funciones docentes correspondientes a la categoría de orientación, mientras que la ejercitación y la aplicación son funciones del estudiante.

En este anexo se exponen las funciones docentes y funciones del estudiante que se utilizaron como referencia en la presente tesis.

Funciones docentes y funciones del estudiante.

| Funciones docentes   | Funciones del estudiante   |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. Planificación.</li><li>2. Aseguramiento del nivel de partida.</li><li>3. Motivación.</li><li>4. Orientación hacia el objetivo.</li><li>5. Explicación.</li><li>6. Evaluación.</li><li>7. Investigación.</li></ol> | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Aceptación.</li><li>2. Exploración.</li><li>3. Recuperación.</li><li>4. Formulación/comunicación.</li><li>5. Validación.</li><li>6. Recepción.</li><li>7. Ejercitación.</li><li>8. Aplicación.</li><li>9. Evaluación.</li></ol> |



## **Funciones docentes**

Planificación: diseño del proceso, selección de los contenidos y medios a utilizar.

Aseguramiento del nivel de partida: abarca las acciones del profesor dirigidas a la determinación de los conocimientos, capacidades y habilidades de los alumnos objetivamente necesarios para el aprendizaje de un contenido, la comprobación de si los estudiantes los poseen y la reactivación de los olvidados (Jungk, 1978, p.86).

Motivación: es la acción del profesor dirigida a producir en el alumno una Motivación: es la acción del profesor dirigida a producir en el alumno una contradicción interna entre sus posibilidades subjetivas y necesidades objetivas, que se expresan en demandas mayores y despertar el deseo de vencer mediante la asimilación de más conocimientos, y la formación y desarrollo de más habilidades y capacidades (Jungk, 1978, pp. 91-92).

Orientación hacia el objetivo: es la acción del docente que tiene como fin que el estudiante tenga información anticipada sobre los efectos de su actividad (Jungk, 1978, p.88).

Explicación: acción del docente dirigido a esclarecer elementos de las unidades de análisis no conocidos o no comprendidos por los Estudiantes. Evaluación: proceso integrado y continuo, que al comparar los resultados con las metas y objetivos produce valoraciones cualitativas y cuantitativas.

La evaluación puede ser diagnóstica, formativa o sumaria (Pérez Laredo, 1997, p.9).

Investigación: reflexión y análisis del desarrollo del proceso para introducir cambios en

futuras implementaciones del mismo.

**Funciones del estudiante**, identificadas según la propuesta de Godino (2002 a, p.9) y Ballester y otros (1992, pp. 98-168).

Aceptación: disposición y compromiso por el proceso, sobre la base de los motivos, las actitudes y las emociones.

Exploración: actividad de indagación, búsqueda de conjeturas y modos de responder a las tareas planteadas.

Recuperación: acción donde se vuelve accesible el material almacenado en la memoria.

Formulación/comunicación: formulación de las soluciones encontradas a las tareas y comunicación de las mismas a los otros.

Validación: Argumentación y demostración de conjeturas.

Recepción: comprensión, retención y transformación de la información recibida.

Ejercitación: Realización de tareas para el entrenamiento en el uso de una técnica o procedimiento rutinario.

Aplicación: transferencia de los conocimientos adquiridos a contextos, estímulos o situaciones nuevas.

Evaluación: emisión de criterios valorativos sobre la conducta y actitud mantenidas en del trabajo realizado por sí mismo o por otros.

## Anexo 15

### Trayectoria Epistémica

Objetivo: exponer la trayectoria epistémica para una la unidad de análisis

A continuación se expone la trayectoria epistémica para la unidad de análisis “derivada de una función”.

1. Situaciones-problemas.
2. Cociente incremental.
3. Función derivable en un punto.
4. Derivada de una función en un punto.
5. Función derivable por la izquierda (derecha) en un punto.
6. Derivada por la izquierda (por la derecha) de una función en un punto.
7. Sistema esencial para el concepto de derivada.
8. Nombre y notaciones para la derivada (incluida la de Leibniz).
9. Cálculo de la derivada de funciones particulares mediante la definición.
10. Representación gráfica de elementos de la extensión del concepto derivada de una función, que implica trazar el gráfico de la función y el de su derivada en el mismo sistema de coordenadas.
11. Recta tangente al gráfico de una función derivable en un punto.
12. Función derivable en un intervalo.
13. Función derivable.
14. Función continuamente derivable.
15. Cálculo de la derivada de las funciones constantes, exponencial especial, logaritmo natural, seno y coseno utilizando la definición. Argumentación del proceso.
16. Cálculo de la derivada de sumas, diferencias y compuestas de las funciones anteriores utilizando la definición.

17. Teoremas sobre la derivada de la suma, la diferencia y la compuesta de dos funciones derivables.
18. Demostración de los teoremas anteriores.
19. Derivada de la función logaritmo de base  $a$  ( $a > 0$ ,  $a \neq 1$ ). Argumentación.
20. Derivada del logaritmo natural de una función derivable. Argumentación.
21. Derivada de las funciones exponenciales y potenciales. Argumentación.
22. Derivada de productos y cocientes de funciones derivables particulares de derivada conocida.
23. Teorema para la derivada del producto y el cociente de dos funciones derivables.
24. Demostración del teorema anterior.
25. Derivada de la tangente y la cotangente.
26. Derivada de dos funciones particulares donde una es la inversa de la otra.
27. Representación gráfica de dos funciones particulares donde una es la inversa de la otra y de sus respectivas derivadas en un mismo sistema de coordenadas.
28. Teorema sobre la derivada de la inversa de una función derivable.
29. Demostración del teorema anterior.
30. Derivada de las funciones trigonométricas inversas aplicando el teorema sobre la derivación de la función inversa.
31. Cálculo de derivadas de funciones particulares diversas.
32. Cálculo de la derivada de funciones particulares en un punto por el método indirecto<sup>1</sup>.
33. Derivada de las funciones hiperbólicas.
34. Relación entre derivabilidad y continuidad. Argumentación.
35. Representación gráfica de una función y su derivada.
36. Teorema sobre la relación entre el signo de la derivada y la monotonía de la función.

---

<sup>1</sup> Primero se calcula la función derivada y después se evalúa en el punto.

37. Demostración del teorema.
38. Determinación de los intervalos de monotonía de una función utilizando el signo de su derivada. Representación gráfica de la función y de su derivada en el mismo sistema de coordenadas.
39. Situaciones que conducen al cálculo de extremos de una función.
40. Teorema de Fermat.
41. Demostración del teorema de Fermat.
42. Teorema sobre la condición suficiente de extremo local de una función, referido al cambio de signo de su derivada.
43. Demostración del teorema anterior.
44. Cálculo de los extremos locales de una función. Representación gráfica de la función y su derivada en el mismo sistema de coordenadas.
45. Problemas de extremos.

Anexo 16

Trayectoria para las funciones del docente y el estudiante

Objetivo: exponer la trayectoria docente y del estudiante para una unidad de análisis.

Funciones del docente y del estudiante por elementos de la trayectoria de la unidad de análisis “derivada de una función”

| Elemento | Funciones docentes |          |          |          |          |   |   | Funciones del estudiante |          |   |   |   |          |   |   |   |
|----------|--------------------|----------|----------|----------|----------|---|---|--------------------------|----------|---|---|---|----------|---|---|---|
|          | 1                  | 2        | 3        | 4        | 5        | 6 | 7 | 1                        | 2        | 3 | 4 | 5 | 6        | 7 | 8 | 9 |
| 1        | X                  | <b>X</b> | <b>X</b> | <b>X</b> | X        | X | X | X                        | <b>X</b> | X | X | X | X        |   | X | X |
| 2        | X                  | X        | X        | X        | <b>X</b> | X | X | X                        | -        | X | - | - | X        | - | - | - |
| 3        | X                  | X        | X        | X        | <b>X</b> | X | X | X                        | -        | X | - | - | <b>X</b> | - | - | - |
| 4        | X                  | X        | X        | X        | <b>X</b> | X | X | X                        | X        | X | X | X | X        | X |   | X |
| 5        | X                  | X        | X        | X        | X        | X | X | X                        | X        | X | X | X | X        | X | X | X |
| 6        | X                  | X        | X        | X        | X        | X | X | X                        | X        | X | X | X | X        | X | X | X |
| 7        | X                  | X        | X        | X        | X        | - | X | X                        | -        | X | - | - | X        | - | - | - |
| 8        | X                  | X        | X        | X        | X        | - | X | X                        | -        | X | - | - | X        | - | - | - |
| 9        | X                  | X        | X        | X        | X        | X | X | X                        | -        | X | X | X | X        | X | X | X |
| 10       | X                  | X        | X        | X        | X        | X | X | X                        | X        | X | X | X | X        | X | X | X |
| 11       | X                  | X        | X        | X        | X        | X | X | X                        | X        | X | X | X | X        | X | X | X |
| 12       | X                  | X        | X        | X        | X        | X | X | X                        | X        | X | X | X | X        | X | X | X |
| 13       | X                  | X        | X        | X        | X        | X | X | X                        | X        | X | X | X | X        | X | X | X |
| 14       | X                  | X        | X        | X        | X        | X | X | X                        | X        | X | X | X | X        | X | X | X |
| 15       | X                  | X        | X        | X        | X        | X | X | X                        | X        | X | X | X | X        |   |   | X |



| 36       | X                  | X | X | X | X |   | X | X                        |   | X |   |   | X |   |   |   |
|----------|--------------------|---|---|---|---|---|---|--------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento | Funciones docentes |   |   |   |   |   |   | Funciones del estudiante |   |   |   |   |   |   |   |   |
|          | 1                  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 1                        | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 37       | X                  | X | X | X | X |   | X | X                        |   | X |   |   | X |   |   |   |
| 38       | X                  | X | X | X | X | X | X | X                        | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 39       | X                  | X | X | X | X |   | X | X                        | X | X | X | X | X |   | X | X |
| 40       | X                  | X | X | X | X |   | X | X                        |   | X |   |   | X |   |   |   |
| 41       | X                  | X | X | X | X |   | X | X                        |   | X |   |   | X |   |   |   |
| 42       | X                  | X | X | X | X |   | X | X                        |   | X |   |   | X |   |   |   |
| 43       | X                  | X | X | X | X |   | X | X                        |   | X |   |   | X |   |   |   |
| 44       | X                  | X | X | X | X | X | X | X                        | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 45       | X                  | X | X | X | X | X | X | X                        | X | X | X | X | X | X | X | X |

Cada secuenciación se realiza bajo la concepción del uso de un asistente matemático en el proceso de estudio, por lo que en algunos casos existen diferencias con la forma tradicional en que se han ordenado los contenidos para su enseñanza y aprendizaje.

En vista de que los elementos argumentativos incluyen, en todos los casos, los argumentos en el trabajo con todas las acciones que ejecuta el alumno, aquí solo se expondrán estos para el caso de las proposiciones.



## Anexo 17

Aplicación de los elementos relativos a las subunidades de análisis.

Objetivo: aplicar los elementos relativos a las subunidades de análisis relacionados con la derivada de una función.

Secuenciación de los elementos relativos a las subunidades correspondientes a la unidad “derivada de una función”.

### 1. Cociente incremental.

#### a) Elementos situacionales.

Las situaciones-problemas que dan origen al cociente incremental son las mismas que motivan la necesidad de la formación de los conceptos de función derivable en un punto y derivada de una función en un punto que fueron expuestas en el Anexo 10

#### b) Elementos intencionales.

El proceso de resolución de todas las situaciones-problemas que conducen a la necesidad del concepto de función derivable y de derivada de una función en un punto, produce como resultado intermedio un cociente que tiene la forma  $\frac{f(a+h) - f(a)}{h}$ , donde  $a$  es un punto de acumulación del dominio de la función  $f$

definida en  $a$  y  $h$  es una variable que puede tomar cualquier valor diferente de 0, de manera que  $a + h \in \text{Dom } f$ .

Para  $a$  y  $f$  fijos, el cociente anterior asigna a cada valor de  $h$  un único número real, lo que indica la existencia de una función que asocia a cada valor de  $h$  el cociente  $\frac{f(a+h) - f(a)}{h}$ . Esta función se denota por  $D_a$  y se llama función cociente incremental

de  $f$  en  $a$ . En lo adelante para abreviar se denotará por  $D$ .

Hay que tener en cuenta que el concepto de función cociente incremental corresponde a una relación entre la función  $f$ , el punto  $a$  y la función  $D$ , por lo que los elementos de su extensión son ternas.

En resumen, se tiene que si  $A \subseteq \mathfrak{R}$ ,  $B \subseteq \mathfrak{R}$ ,  $A' \neq \emptyset$  y  $f: A \rightarrow B$  es una función definida en  $a \in A'$  (donde  $A'$  simboliza el conjunto de los puntos de acumulación<sup>2</sup> de  $A$ ), entonces la función  $D$  definida por  $D(h) = \frac{f(a+h) - f(a)}{h}$ , se llama cociente incremental de  $f$  en el punto  $a$ .

La función  $D$  también se puede definir utilizando la composición de dos funciones. Si se hace  $x = g(h) = a + h$  y  $G(x) = \frac{f(x) - f(a)}{x - a}$  se cumple que

$$(G \circ g)(h) = G(g(h)) = \frac{f(a+h) - f(a)}{a+h-a} = \frac{f(a+h) - f(a)}{h} = D(h)$$

c) Elementos lingüísticos-notacionales.

Aquí se contempla la notación utilizada para la función cociente incremental, así como sus dos representaciones analíticas para el caso general y para valores particulares de  $f$  y  $a$ .

Es importante también el gráfico de elementos particulares de la extensión del concepto de función cociente incremental, que contempla las representaciones gráficas de  $f$ ,  $a$  y  $D$ , las cuales no pueden realizarse en un mismo sistema de coordenadas debido a que  $D$  se expresa como la compuesta de dos funciones en que la variable independiente de  $f$  es función de la variable independiente de  $D$ .

Debe entonces realizarse la representación gráfica de  $f$  y  $G$  en el mismo sistema de coordenadas.

d) Elementos proposicionales.

---

<sup>2</sup> Un número real  $a$  se llama punto de acumulación de un conjunto  $A \subseteq \mathfrak{R}$  si en cada vecindad de  $a$  existen infinitos elementos de  $A$ , lo que indica que para que un conjunto tenga puntos de acumulación no puede ser discreto.

Debido a las características de las situaciones-problemas que conducen a la función  $D$ , las propiedades de  $D$  que más interesan son las relativas a su dominio y al comportamiento de su continuidad en el punto  $h = 0$ . Las proposiciones que deben ser objeto de aprendizaje son las siguientes:

- $\text{Dom } D = \{h \in \mathbb{R}: a + h \in \text{Dom } f \text{ y } h \neq 0\}$
- $D(h) = (G \circ g)(h)$  donde  $g(h) = a + h$  y  $G(x) = \frac{f(x) - f(a)}{x - a}$
- Si existe  $\lim_{h \rightarrow 0} D(h)$ , entonces existe  $\lim_{x \rightarrow a} G(x)$  y se cumple

$$\lim_{h \rightarrow 0} D(h) = \lim_{x \rightarrow a} G(x)$$

- La función  $D$  es discontinua en  $h = 0$ .
- Si  $D$  tiene una discontinuidad evitable en el punto  $h = 0$ , entonces  $f$  es continua en  $x = a$ .
- Si  $D$  tiene límite por la izquierda y por la derecha en  $h = 0$ , entonces  $f$  es continua en  $x = a$ .
- Si  $f$  es lineal, entonces  $D$  es constante.
- Si  $f$  es constante, entonces  $D$  es nula.

e) Elementos procedimentales.

Los procedimientos básicos que se deben dominar son los necesarios para:

- Calcular analíticamente  $D$  para valores particulares de  $f$  y  $a$ .
- Calcular analíticamente  $G$  para valores particulares de  $f$  y  $a$ .
- Analizar la existencia del límite del cociente incremental en  $h = 0$  para valores particulares de  $f$  y  $a$ .
- Analizar la existencia del límite de  $G$  en valores particulares de  $a$  para valores particulares de  $f$ .
- Representar gráficamente a  $D$  para valores particulares de  $f$  y  $a$ .

- Representar gráficamente a  $G$  para valores particulares de  $f$  y  $a$ .
- Analizar la continuidad de una función en un punto utilizando el límite de  $D$  en  $h = 0$  o de  $G$  en  $x = a$ .

f) Elementos argumentativos.

- Argumentar el dominio de la función  $D$  y su discontinuidad en  $h = 0$ .
- Demostrar la equivalencia de las formas de representación algebraica de  $D$ , y la relación entre la existencia del límite de  $D$  en  $h = 0$  y de  $G$  en  $x = a$ .
- Demostrar las proposiciones que establecen relaciones entre propiedades de  $f$  y propiedades de  $D$  y aparecen en la lista dada en esta sección.

De igual forma se analizan teniendo en cuenta las trayectorias los contenidos referentes a otras unidades y subunidades para el cálculo de la derivada de funciones elementales y sus aplicaciones.

## Anexo 18

Trayectoria mediacional.

Objetivo: aplicar el asistente matemático para el proceso de enseñanza-aprendizaje del cálculo diferencial.

Trayectoria mediacional. Uso de un asistente matemático.

Aunque la trayectoria mediacional incluye la determinación del tiempo y los medios para la enseñanza y el aprendizaje de cada elemento de la trayectoria epistémica, aquí sólo se prestará atención al uso de un asistente matemático en la dirección que lo conceptúa como medio que puede ejecutar procedimientos matemáticos<sup>3</sup>.

Se expondrán para cada elemento de las unidades de análisis, los resultados de la etapa 3 explicada en el anexo 5.

| Uso de un asistente matemático en la unidad “derivada de una función” |   |  |
|---|---|--|
| No.   | Nombre del elemento   | Uso de un asistente mat.                                 |
| 1   | Situaciones-problemas   | Representación gráfica de funciones.                     |
| 2   | Cociente incremental  | Representación gráfica de funciones y cálculo de límite. |
| 3   | Función derivable en un punto.                                  | Representación gráfica de funciones y cálculo de límite. |
| 4   | Derivada de una función en un punto.                            | Representación gráfica de funciones y cálculo de límite. |
| 5   | Función derivable por la izquierda (derecha) en un punto.       | Representación gráfica de funciones y cálculo de límite. |
| 6   | Derivada por la izquierda (derecha) de una función en un punto. | Representación gráfica de funciones y cálculo de límite. |
| 9   | Cálculo de derivadas de funciones                               | Cálculo de límite.                                       |

<sup>3</sup> Véanse en la introducción los usos que puede tener el asistente matemático.

|  |                                      |  |
|--|--------------------------------------|--|
|  | particulares mediante la definición. |  |
|--|--------------------------------------|--|

| No. | Nombre del elemento   | Uso de un asistente mat.             |
|-----|---|--------------------------------------|
| 10  | Representación gráfica de elementos de la extensión del concepto derivada de una función.   | Representación gráfica de funciones. |
| 11  | Recta tangente al gráfico de una función derivable en un punto.   | Representación gráfica de funciones. |
| 15  | Cálculo de la derivada de las funciones constantes, exponencial especial, logaritmo natural, seno y coseno utilizando la definición. Argumentación del proceso. | Cálculo de límite.                   |
| 16  | Cálculo de la derivada de sumas, diferencias y compuestas de las funciones anteriores utilizando la definición.   | Cálculo de límite.                   |
| 19  | Derivada de productos y cocientes de funciones derivables particulares de derivada conocida.  | Cálculo de límite.                   |
| 26  | Derivada de funciones particulares donde una es la inversa de la otra.  | Cálculo de límite.                   |
| 27  | Representación gráfica de dos funciones particulares donde una es la inversa de la otra y de sus respectivas derivadas en un mismo sistema de coordenadas.      | Representación gráfica de funciones. |

| No. | Nombre del elemento   | Uso de un asistente mat.                                      |
|-----|---|---|
| 35  | Representación gráfica de una función y su derivada.  | Representación gráfica y cálculo de la derivada de funciones. |
| 38  | Determinación de los intervalos de monotonía de una función utilizando el signo de su derivada. Representación gráfica de la función y de su derivada en el mismo sistema de coordenadas. | Cálculo de la derivada y representación gráfica de funciones. |
| 44  | Cálculo de los extremos locales de una función. Representación gráfica de la función y su derivada en el mismo sistema de coordenadas.  | Cálculo de la derivada y representación gráfica de funciones. |
| 45  | Problemas de extremos   | Cálculo de la derivada y representación gráfica de funciones. |

El mismo análisis se puede realizar con cada una de las unidades que conforman los contenidos básicos del Cálculo Diferencial.

## Anexo 19

### Encuesta a posibles expertos

Objetivo: aplicar a posibles expertos encuesta para la determinación del coeficiente de competencia (K)

Modelo de encuesta aplicada a posibles expertos para determinar el coeficiente de competencia (K)

Estimado colega:

Por la relación que usted posee con la formación científico-investigativa en la educación superior, así como por sus cualidades personales y profesionales, ha sido seleccionado como posible experto para colaborar con sus valoraciones en la investigación que se realiza como parte de la tesis de doctorado sobre el proceso de gestión de la formación científico-investigativa del docente universitario. Por tanto, se necesita conocer su conformidad en ofrecer sus criterios en el referido tema. Marque con una X su elección:

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_. Si su respuesta es positiva, favor de llenar los siguientes datos:

Nombres y apellidos: \_\_\_\_\_

Institución donde labora: \_\_\_\_\_

Categoría docente: \_\_\_\_\_

Grado Científico: \_\_\_\_\_

Años de experiencia en la educación superior: \_\_\_\_\_

Correo electrónico: \_\_\_\_\_

Teléfono donde localizarlo: \_\_\_\_\_



Anexo 19 (continuación)

Encuesta a expertos seleccionados.

Objetivo: determinar la opinión personal sobre su autoevaluación en las competencias.

Encuesta a Expertos opinión personal final.

Como se utilizó el método de criterio de expertos, se necesita que Ud. autoevalúe sus competencias como experto.

Desde su punto de vista, refiera cualquier sugerencia o reflexión crítica que pueda enriquecer el sistema de relaciones que reflejan el modelo y la estrategia de gestión para la formación científico-investigativa del docente universitario, tanto en su aspecto epistémico como en su utilización práctica.

---

---

---

---

Gracias.

Anexo 20 (Continuación modelo de encuesta a posibles expertos)

Continuación de encuesta a expertos

Objetivo: identificar el grado de conocimiento e influencia de los expertos seleccionados.

1.- Marque con una cruz (X) en la casilla correspondiente, el grado de conocimientos que usted posee acerca del tema de investigación, relativo a la gestión de la formación científico-investigativa del docente universitario, valorándolo en una escala de 0 a 10. Considere el valor 0 como la ausencia de conocimientos sobre la temática en cuestión y el valor 10 como el grado de conocimiento pleno.

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |

2.- Auto valore el grado de influencia que cada una de las fuentes que le presentamos a continuación, ha tenido sobre su conocimiento y criterios acerca del tema que se precisa. Marque con una cruz en la casilla, de acuerdo con los niveles alto, medio y bajo.

| No | Fuentes de argumentación  | Grado de influencia de las fuentes en sus criterios |           |          |
|----|---|---|-----------|----------|
|    |   | Alto (A)  | Medio (M) | Bajo (B) |
| 1  | Investigaciones teóricas y/o prácticas relacionadas con el tema         |   |           |          |
| 2  | Experiencias obtenidas en la actividad profesional.                     |   |           |          |
| 3  | Análisis de las publicaciones de autores nacionales sobre el tema       |   |           |          |
| 4  | Análisis de las publicaciones de autores internacionales sobre el tema. |   |           |          |
| 5  | Conocimientos del estado actual del tema en el país y en el extranjero  |   |           |          |
| 6  | Intuición en el tema  |   |           |          |

## Anexo 21

### Tabla 1 de resultados

Objetivo: determinar los patrones para la calificación de Ka. en los expertos

Tabla 1: Patrón para la calificación de Ka.

| No | Fuentes de argumentación                                 | Grado de influencia de las fuentes en sus criterios |           |          |
|----|--|---|-----------|----------|
|    |  | Alto (A)  | Medio (M) | Bajo (B) |
| 1  | Investigaciones teóricas                                 | 0.3   | 0.2       | 0.1      |
| 2  | Experiencias obtenidas                                   | 0.5   | 0.4       | 0.2      |
| 3  | Análisis de las publicaciones de autores nacionales      | 0.05  | 0.05      | 0.05     |
| 4  | Análisis de las publicaciones de autores internacionales | 0.05  | 0.05      | 0.05     |
| 5  | Conocimientos del estado actual del tema                 | 0.05  | 0.05      | 0.05     |
| 6  | Intuición en el tema                                     | 1   | 0.8       | 0.5      |

Fuente: Crespo, T. (2007)

Anexo 22

Tabla 2 de resultados para la selección del criterio de expertos.

Objetivo: seleccionar los expertos según grado científico y procedencia.

Resultados de la selección del criterio de expertos.

Tabla 2: Expertos seleccionados según grado científico y lugar de procedencia.

| Lugar de procedencia                           | Grados Científicos de los expertos seleccionados |    |                    |    |       |     |
|--|--|----|--------------------|----|-------|-----|
|  | Máster   | %  | Doctor en Ciencias | %  | Total | %   |
| Universidad de Ciencias Informáticas. (UCI)    | 3  | 9  | 2                  | 6  | 5     | 16  |
| Universidad de Sancti Spíritus. (UNISS),       | 11   | 34 | 8                  | 25 | 19    | 59  |
| Universidad de Ciencias Pedagógicas SS. (UPSS) | 8  | 25 | 3                  | 9  | 11    | 34  |
| Universidad Ciencias Médicas. (UCMSS).         | 8  | 25 | 3                  | 9  | 11    | 34  |
| Total  | 30   | 93 | 16                 | 50 | 32    | 100 |

Fuente: Encuesta a expertos

Tabla 3: Expertos seleccionados según categoría docente y lugar de procedencia.

Objetivo: determinar expertos según el grado científico y la pertinencia

| Categoría docente | Lugar de procedencia de los expertos |       |       |       |       |    |
|-------------------|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|----|
|                   | UCI                                  | UNISS | UCPSS | UCMSS | Total | %  |
| Profesor Titular  | 2                                    | 7     | 4     | 2     | 15    | 47 |
| Profesor          | 3                                    | 4     | 4     | 6     | 17    | 53 |

|          |   |    |   |   |    |     |
|----------|---|----|---|---|----|-----|
| Auxiliar |   |    |   |   |    |     |
| Total    | 5 | 11 | 8 | 8 | 32 | 100 |

Fuente: Encuesta a expertos

Tabla 4: Expertos seleccionados según años de experiencia en la educación superior.

Objetivo: Determinar su experiencia como docente.

| Lugar de procedencia                | Años de experiencia en la educación |         |         |            |       |
|-------------------------------------|-------------------------------------|---------|---------|------------|-------|
|                                     | Más de 30                           | 20 a 29 | 10 a 19 | Menos de 9 | Total |
| Universidad Ciencias Informáticas   | 4                                   |         | 1       |            | 5     |
| Universidad de Sancti Spíritus      | 2                                   | 5       | 3       | 1          | 11    |
| Universidad de Ciencias Pedagógicas | 2                                   | 5       | -       | 1          | 8     |
| Universidad de Ciencias Médicas     | 2                                   | 3       | 2       | 1          | 8     |
| Total                               | 10                                  | 13      | 6       | 3          | 32    |

Fuente: Encuesta a expertos

ANEXO 23

Tabla 2: Resultados del coeficiente de competencia (K)

Objetivo: evaluar la competencia de la aplicación

| Experto | Conocimiento | Capacidad de Análisis | Experiencia de orden empírico (Práctica Profesional) | Experiencia en el desarrollo de investigaciones teóricas | Conocimiento del estado actual del problema | Comprensión del problema | Ka          | Kc         | K           |
|---------|--------------|-----------------------|--|--|---|--------------------------|-------------|------------|-------------|
| 1       | 9            | a                     | a  | a  | m   | a                        | <b>0,77</b> | <b>0,9</b> | <b>0,84</b> |
| 2       | 9            | a                     | a  | a  | m   | m                        | <b>0,74</b> | <b>0,9</b> | <b>0,82</b> |
| 3       | 8            | ma                    | m  | m  | b   | ma                       | <b>0,72</b> | <b>0,8</b> | <b>0,76</b> |
| 4       | 8            | a                     | ma   | a  | ma  | a                        | <b>0,88</b> | <b>0,8</b> | <b>0,84</b> |
| 5       | 7            | ma                    | ma   | a  | a   | ma                       | <b>0,92</b> | <b>0,7</b> | <b>0,81</b> |
| 6       | 9            | ma                    | a  | a  | m   | m                        | <b>0,79</b> | <b>0,9</b> | <b>0,85</b> |
| 7       | 7            | ma                    | ma   | a  | ma  | a                        | <b>0,93</b> | <b>0,7</b> | <b>0,82</b> |
| 8       | 9            | m                     | ma   | a  | a   | m                        | <b>0,76</b> | <b>0,9</b> | <b>0,83</b> |
| 9       | 8            | ma                    | ma   | a  | ma  | a                        | <b>0,93</b> | <b>0,8</b> | <b>0,87</b> |
| 10      | 8            | a                     | a  | a  | ma  | a                        | <b>0,84</b> | <b>0,8</b> | <b>0,82</b> |
| 11      | 9            | m                     | ma   | ma   | ma  | b                        | <b>0,8</b>  | <b>0,9</b> | <b>0,85</b> |
| 12      | 9            | m                     | m  | m  | m   | m                        | <b>0,6</b>  | <b>0,9</b> | <b>0,75</b> |
| 13      | 9            | m                     | ma   | m  | ma  | b                        | <b>0,72</b> | <b>0,9</b> | <b>0,81</b> |
| 14      | 9            | ma                    | ma   | m  | a   | m                        | <b>0,82</b> | <b>0,9</b> | <b>0,86</b> |
| 15      | 7            | ma                    | ma   | a  | ma  | a                        | <b>0,93</b> | <b>0,7</b> | <b>0,82</b> |
| 16      | 8            | a                     | ma   | m  | a   | a                        | <b>0,8</b>  | <b>0,8</b> | <b>0,8</b>  |
| 17      | 9            | a                     | ma   | a  | m   | m                        | <b>0,78</b> | <b>0,9</b> | <b>0,84</b> |

|    |   |    |    |    |    |    |      |     |      |
|----|---|----|----|----|----|----|------|-----|------|
| 18 | 3 | ma | ma | ma | ma | ma | 1    | 0,3 | 0,65 |
| 19 | 9 | ma | ma | m  | a  | m  | 0,82 | 0,9 | 0,86 |
| 20 | 7 | a  | ma | a  | ma | ma | 0,91 | 0,7 | 0,81 |
| 21 | 8 | a  | ma | m  | a  | a  | 0,8  | 0,8 | 0,8  |
| 22 | 8 | a  | ma | m  | m  | a  | 0,77 | 0,8 | 0,79 |
| 23 | 9 | a  | a  | m  | m  | m  | 0,7  | 0,9 | 0,8  |
| 24 | 8 | a  | a  | a  | m  | a  | 0,77 | 0,8 | 0,79 |
| 25 | 7 | ma | ma | a  | m  | a  | 0,86 | 0,7 | 0,78 |
| 26 | 9 | a  | ma | a  | a  | ma | 0,87 | 0,9 | 0,89 |
| 27 | 9 | a  | a  | a  | m  | m  | 0,74 | 0,9 | 0,82 |
| 28 | 9 | m  | ma | m  | a  | ma | 0,78 | 0,9 | 0,84 |
| 29 | 9 | a  | a  | a  | m  | a  | 0,77 | 0,9 | 0,84 |
| 30 | 7 | a  | ma | ma | ma | a  | 0,92 | 0,7 | 0,81 |
|    |   |    |    |    |    |    |      |     |      |
| 31 | 9 | ma | a  | ma | ma | ma | 0,96 | 0,9 | 0,93 |
| 32 | 9 | ma | ma | a  | ma | ma | 0,96 | 0,9 | 0,93 |

## ANEXO 24

Evaluación de la estrategia.

Objetivo: emitir criterios por parte de los expertos, sobre los distintos aspectos que potencian y garantizan la estrategia en su aplicación

| No | Aspectos a evaluar   | Muy adecuada | Bastante adecuada | Adecuada | Poco adecuada | Muy inadecuada |
|----|--|--------------|-------------------|----------|---------------|----------------|
| 1  | Originalidad de la propuesta.  |              |                   |          |               |                |
| 2  | Relevancia para la teoría.   |              |                   |          |               |                |
| 3  | Calidad de la estructuración de los elementos que componen la propuesta.   |              |                   |          |               |                |
| 4  | Utilidad para una distribución racional del tiempo a favor de las funciones del estudiante que más aportan a la comprensión. |              |                   |          |               |                |
| 5  | Utilidad para potenciar el   |              |                   |          |               |                |



|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
|  | aprendizaje asociado a los procesos matemáticos de resolución de problemas, razonamiento, comunicación, representaciones y conexiones. |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|

ANEXO 25

Evaluaciones por indicador dada por los expertos tablas 5 y 6

Objetivos: Determinar la frecuencias absolutas de las evaluaciones por indicador.

Evaluaciones por indicador dada por los expertos.

Tabla 5. Frecuencias absolutas de las evaluaciones por indicador.

| Frecuencias absolutas de las evaluaciones por indicador |           |           |          |           |          |       |
|---|-----------|-----------|----------|-----------|----------|-------|
| Aspectos  | <u>MA</u> | <u>BA</u> | <u>A</u> | <u>PA</u> | <u>I</u> | Total |
| I1  | 18        | 14        | 0        | 0         | 0        | 32    |
| I2  | 18        | 11        | 3        | 0         | 0        | 32    |
| I3  | 15        | 14        | 3        | 0         | 0        | 32    |
| I4  | 11        | 21        | 0        | 0         | 0        | 32    |
| I5  | 13        | 19        | 0        | 0         | 0        | 32    |
| Total   | 75        | 79        | 6        | 0         | 0        | 160   |

Tabla 6. Puntos de corte y escala de los indicadores.

| Cálculo de puntos de corte y escala de los indicadores |              |               |               |               |         |         |         |           |
|--|--------------|---------------|---------------|---------------|---------|---------|---------|-----------|
| Aspectos   | <u>MA</u>    | <u>BA</u>     | <u>A</u>      | <u>PA</u>     | Suma    | Promed. | N-Prom. |           |
| <b>I1</b>  | 0,157        | 3,490         | 3,490         | 3,490         | 10,627  | 2,657   | 8,797   | <b>MA</b> |
| <b>I2</b>  | 0,157        | 1,318         | 3,490         | 3,490         | 8,455   | 2,114   | 9,340   | <b>BA</b> |
| <b>I3</b>  | -0,078       | 1,318         | 3,490         | 3,490         | 8,220   | 2,055   | 9,399   | <b>BA</b> |
| <b>I4</b>  | -0,402       | 3,490         | 3,490         | 3,490         | 10,068  | 2,517   | 8,937   | <b>MA</b> |
| <b>I5</b>  | -0,237       | 3,490         | 3,490         | 3,490         | 10,233  | 2,558   | 8,896   | <b>MA</b> |
| Suma   | 44,967       | 58,476        | 62,820        | 62,820        | 229,083 |         |         |           |
| <u>Promedio</u>  |              |               |               |               |         |         |         |           |
| Puntos de corte  | <b>8,993</b> | <b>11,695</b> | <b>12,564</b> | <b>12,564</b> | N=      | 11,454  |         |           |

## Anexo 26

Asignaturas y fondo de tiempo de la disciplina Matemática establecidos por “COMISION NACIONAL CARRERA AGRONOMIA”

Objetivo: exponer de las principales características de la disciplina Matemática, para la carrera de Agronomía

### Datos preliminares

Carrera de Agronomía.

Disciplina MATEMATICA

Total de horas: 362

Clases: 276

Actividades no presenciales: 86

| Asignaturas                               | Examen<br>Final     | Año  | Horas  |              |       |
|---|---------------------|------|--------|--------------|-------|
|   |                     |      | CLASES | L.<br>INVEST | TOTAL |
| Matemática Sup. I                         | X<br>(Básica)       | 1ro  | 70     | 20           | 90    |
| Matemática Sup. II                        | X<br>(Básica)       | 1ro  | 70     | 20           | 90    |
| Bioestadística                            | X<br>(Básica)       | 2do  | 54     | 24           | 78    |
| Optimización de<br>Procesos Agropecuarios | Currículo<br>propio | 2do  | 30     | 22           | 52    |
| Algebra                                   | Currículo<br>propio | 1ero | 52     |              | 52    |
| Totales                                   |                     |      | 276    | 86           | 362   |

El tema tratado forma parte de la asignatura Matemática I, en la que se estudian modelos y métodos matemáticos cuyas herramientas pertenecen al Álgebra Lineal y al Cálculo Diferencial e Integral de funciones reales de una variable real.

En el Plan de Estudios de la Carrera se recogen los objetivos instructivos, los sistemas de conocimientos y las habilidades de las asignaturas correspondientes a las asignaturas de la disciplina.

## Anexo 27

Encuesta a 21 estudiantes que estudian la carrera de Agronomía en la Universidad de Sancti Spíritus.

Objetivo: determinar el nivel de partida de los Conocimientos Básicos del Cálculo Diferencial de los estudiantes y su implicación al tener en cuenta el uso del asistente matemático.

Estimados estudiantes:

A continuación le presentamos un instrumento que nos permitirá conocer sobre su motivación hacia la Matemática. Le solicitamos que responda de la forma más objetiva y sincera posible. Gracias. (Responda marcando con una X la respuesta seleccionada)

Año en que te encuentras: 1ro. 2do. Carrera: \_\_\_\_\_

1. Los conocimientos que poseo de Matemática de la enseñanza precedente me ayudan para enfrentar la carrera:

Siempre \_\_\_ Casi siempre \_\_\_\_\_ A veces \_\_\_ Casi nunca \_\_\_\_\_ Nunca \_\_\_\_\_

2. Los conocimientos que poseo de Matemática I, relacionados con la carrera los considero importantes:

Siempre \_\_\_ Casi siempre \_\_\_\_\_ A veces \_\_\_ Casi nunca \_\_\_\_\_ Nunca \_\_\_\_\_

3. Utilizo para la realización de las tareas de Cálculo el libro de texto orientado por mis profesores:

Siempre \_\_\_ Casi siempre \_\_\_\_\_ A veces \_\_\_ Casi nunca \_\_\_\_\_ Nunca \_\_\_\_\_

4. Necesito utilizar otros libros de textos para la realización de tareas del Cálculo Diferencial:

Siempre \_\_\_ Casi siempre \_\_\_\_\_ A veces \_\_\_ Casi nunca \_\_\_\_\_ Nunca \_\_\_\_\_

5. Realizo primero búsquedas de información para realizar una tarea o ejercicio en las clases de Cálculo:

Siempre \_\_\_ Casi siempre \_\_\_\_\_ A veces \_\_\_ Casi nunca \_\_\_\_\_ Nunca \_\_\_\_\_

6. Para realizar una tarea orientada por el profesor para una clase de Cálculo Diferencial, utilizo mis compañeros, profesores, amigos, o padres:

Siempre \_\_\_ Casi siempre \_\_\_\_\_ A veces \_\_\_ Casi nunca \_\_\_\_\_ Nunca \_\_\_\_\_

7. Los procedimientos y métodos utilizados en las clases de Cálculo son de mucha utilidad en otras asignaturas de la carrera:

Siempre \_\_\_ Casi siempre \_\_\_\_\_ A veces \_\_\_ Casi nunca \_\_\_\_\_ Nunca \_\_\_\_\_

8. Motivan mis profesores el uso del asistente matemático para dar solución a los problemas planteados durante las clases conferencias y clases prácticas:

Siempre \_\_\_ Casi siempre \_\_\_\_\_ A veces \_\_\_ Casi nunca \_\_\_\_\_ Nunca \_\_\_\_\_

9. En las clases prácticas de Cálculo Diferencial se resuelven los ejercicios que orienta el profesor solo por el método tradicional.

Siempre \_\_\_ Casi siempre \_\_\_\_\_ A veces \_\_\_ Casi nunca \_\_\_\_\_ Nunca \_\_\_\_\_

10. En las clases prácticas de Cálculo Diferencial se proponen ejercicios para cada estudiante con la condición de usar indistintamente el método tradicional o el asistente matemático para dar respuesta a los mismos:

Siempre \_\_\_ Casi siempre \_\_\_\_\_ A veces \_\_\_ Casi nunca \_\_\_\_\_ Nunca \_\_\_\_\_

11. En las clases prácticas de Cálculo Diferencial se discuten las variantes de respuestas de los ejercicios que orienta el profesor y que incluyen el momento indicado para el uso del asistente matemático.

Siempre \_\_\_ Casi siempre \_\_\_\_\_ A veces \_\_\_ Casi nunca \_\_\_\_\_ Nunca \_\_\_\_\_

12. Las clases de Cálculo Diferencial contribuyen al desarrollo del pensamiento lógico y a la toma de decisiones:

Siempre \_\_\_ Casi siempre \_\_\_\_\_ A veces \_\_\_ Casi nunca \_\_\_\_\_ Nunca \_\_\_\_\_

13. Poseo los conocimientos necesarios para realizar con éxito los ejercicios propuestos del Cálculo Diferencial priorizando el método tradicional:

Siempre \_\_\_ Casi siempre \_\_\_\_\_ A veces \_\_\_ Casi nunca \_\_\_\_\_ Nunca \_\_\_\_\_

14. Poseo los conocimientos necesarios para realizar con éxito los ejercicios propuestos del Cálculo Diferencial con el uso de asistentes matemáticos:

Siempre \_\_\_ Casi siempre \_\_\_\_\_ A veces \_\_\_ Casi nunca \_\_\_\_\_ Nunca \_\_\_\_\_

15. Si el profesor me propusiera realizar un grupo de ejercicios de Cálculo Diferencial priorizaría el uso de asistentes matemáticos:

Siempre \_\_\_ Casi siempre \_\_\_\_\_ A veces \_\_\_ Casi nunca \_\_\_\_\_ Nunca \_\_\_\_\_



## Anexo 28

Resultados de las encuesta de los 21 estudiantes que estudian la carrera de Agronomía en la Universidad de Sancti Spíritus para aplicación parcial de la estrategia propuesta.

Objetivo: valorar la factibilidad de su introducción en la práctica

1 .Los conocimientos que poseo de Matemática de la enseñanza precedente me ayudan para enfrentar la carrera.

|   | Siempre | Casi siempre | A veces | Casi nunca | Nunca |
|---|---------|--------------|---------|------------|-------|
| 1 | 10      | 3            | 7       | -          | -     |

De los 21 estudiantes el 62% siempre o casi siempre posee los conocimientos necesarios de Matemática de la enseñanza precedente.

Los conocimientos que poseo de Matemática 1, relacionados con la carrera los considero importantes.

|   | Siempre | Casi siempre | A veces | Casi nunca | Nunca |
|---|---------|--------------|---------|------------|-------|
| 2 | 12      | 9            | -       | -          | -     |

De los 21 estudiantes solo el 56% considera importante los conocimientos que poseen en Matemática 1, relacionados con su carrera.

2. Utilizo para la realización de las tareas de Cálculo el libro de texto orientado por mis profesores.

|   | Siempre | Casi siempre | A veces | Casi nunca | Nunca |
|---|---------|--------------|---------|------------|-------|
| 3 | 15      | 6            | -       | -          | -     |

De los 21 estudiantes el 71,4% utiliza para la realización de las tareas de Matemática el libro de texto orientado por sus profesores

4. Necesito utilizar otros libros de textos para la realización de tareas en Matemática

|   | Siempre | Casi siempre | A veces | Casi nunca | Nunca |
|---|---------|--------------|---------|------------|-------|
| 4 | 1       | 3            | 5       | 10         | 2     |

De los 21 estudiantes el 56,6% planteó no utilizar para la realización de las tareas de Matemática otros textos

5. Realizo primero búsquedas de información para realizar una tarea o ejercicio en las clases de Cálculo.

|   | Siempre | Casi siempre | A veces | Casi nunca | Nunca |
|---|---------|--------------|---------|------------|-------|
| 5 | -       | -            | 5       | 5          | 11    |

De los 21 estudiantes el 22% a veces hace búsquedas de información, para realizar una tarea o ejercicio en las clases de Cálculo.

6. Para realizar una tarea orientada por el profesor para una clase de Cálculo, Diferencial utilizo mis compañeros, profesores, amigos, o padres.

|   | Siempre | Casi siempre | A veces | Casi nunca | Nunca |
|---|---------|--------------|---------|------------|-------|
| 6 | 10      | 7            | 2       | 2          | -     |

El 81% busca ayuda de compañeros, profesores, amigos o padres para realizar una tarea orientada por el profesor para una clase de Matemática.

7. Los procedimientos y métodos utilizados en las clases de Cálculo son de mucha utilidad en otras asignaturas de la carrera.

|   | Siempre | Casi siempre | A veces | Casi nunca | Nunca |
|---|---------|--------------|---------|------------|-------|
| 7 | 6       | 10           | 5       | -          | -     |

El 75% plantea que los procedimientos y métodos utilizados en las clases de Cálculo son de mucha utilidad en otras asignaturas de la carrera.

8. Motivan mis profesores el uso del asistente matemático para dar solución a los problemas planteados durante las clases conferencias y clases prácticas

|   | Siempre | Casi siempre | A veces | Casi nunca | Nunca |
|---|---------|--------------|---------|------------|-------|
| 8 | 5       | 6            | 9       | -          | -     |

El 41% señala que a veces sus profesores motivan el uso del asistente matemático para dar solución a los problemas planteados durante las clases conferencias y clases prácticas

9. En las clases prácticas de Cálculo Diferencial se resuelven los ejercicios que orienta el profesor solo por el método tradicional.

|   | Siempre | Casi siempre | A veces | Casi nunca | Nunca |
|---|---------|--------------|---------|------------|-------|
| 9 | 13      | 3            | 5       | -          | -     |

El 75% de los estudiantes señala que siempre o casi siempre en las clases prácticas de Cálculo Diferencial se resuelven los ejercicios que orienta el profesor solo por el método tradicional.

10. En las clases prácticas de Cálculo Diferencial se proponen ejercicios para cada estudiante con la condición de usar indistintamente el método tradicional o el asistente matemático para dar respuesta a los mismos.

|    | Siempre | Casi siempre | A veces | Casi nunca | Nunca |
|----|---------|--------------|---------|------------|-------|
| 10 | 3       | 4            | 6       | 8          | -     |

El 65% de los estudiantes señala que en las clases prácticas a veces o casi nunca se proponen ejercicios para cada estudiante con la condición de usar indistintamente el método tradicional o el asistente matemático para dar respuesta a los mismos.

11. En las clases prácticas de Cálculo Diferencial se discuten las variantes de respuestas de los ejercicios que orienta el profesor y que incluyen el momento indicado para el uso del asistente matemático.

|    | Siempre | Casi siempre | A veces | Casi nunca | Nunca |
|----|---------|--------------|---------|------------|-------|
| 11 | 7       | 11           | 3       | -          | -     |

El 83% de los estudiantes señala que en las clases prácticas de Matemática se discuten las variantes de respuestas de los ejercicios que orienta el profesor.

12. Las clases de Cálculo diferencial contribuyen al desarrollo del pensamiento lógico y a la toma de decisiones:

|    | Siempre | Casi siempre | A veces | Casi nunca | Nunca |
|----|---------|--------------|---------|------------|-------|
| 12 | 19      | 1            | 1       | -          | -     |

El 96% de los estudiantes planteó que las clases de Matemática contribuyen al desarrollo del pensamiento lógico y a la toma de decisiones:

13. Poseo los conocimientos necesarios para realizar con éxito los ejercicios propuestos del Cálculo diferencial priorizando el método tradicional:

|    | Siempre | Casi siempre | A veces | Casi nunca | Nunca |
|----|---------|--------------|---------|------------|-------|
| 13 |         | 1            | 19      | 1          | -     |

El 90% de los estudiantes planteó que solo a veces poseen los conocimientos necesarios para realizarlos con éxito.

14. Poseo los conocimientos necesarios para realizar con éxito los ejercicios propuestos del Cálculo diferencial con el uso del asistente matemático.

|    | Siempre | Casi siempre | A veces | Casi nunca | Nunca |
|----|---------|--------------|---------|------------|-------|
| 14 |         | 1            | 19      | 1          | -     |

El 97% de los estudiantes planteó que solo a veces poseen los conocimientos necesarios para realizarlos con éxito.

15. Si el profesor me propusiera realizar un grupo de ejercicios de Cálculo diferencial, priorizaría el uso del asistente matemático.

|    | Siempre | Casi siempre | A veces | Casi nunca | Nunca |
|----|---------|--------------|---------|------------|-------|
| 15 | 19      | 1            | 1       |            | -     |

El 96% de los estudiantes planteó que siempre lo priorizarían

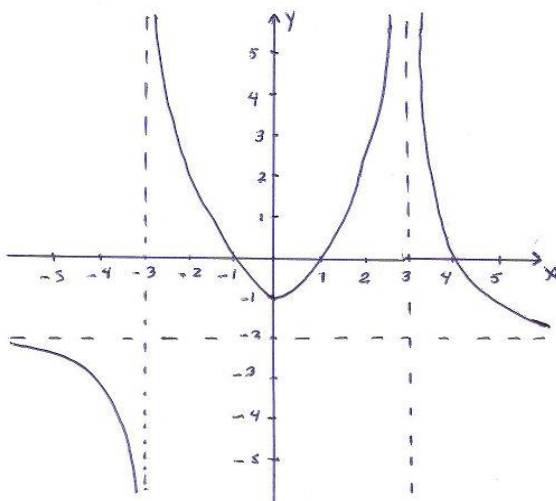
## Anexo 29

### Prueba de entrada al pre- experimento

Objetivo: medir factibilidad de la introducción en la práctica de la estrategia.

1- Para determinar las propiedades de una función de la cual se conoce su representación gráfica, debes buscar la información Matemática necesaria que te permita poder determinar: dominio, imagen, ceros, intercepto con el eje y, signo de la función, paridad, inyectividad, simetría, intervalos de monotonía, los puntos de máximo y de mínimo.

Para la función cuya representación gráfica se da a continuación, determina sus propiedades.



Después de realizada la tarea te solicitamos responder de la forma más objetiva y sincera:

- a) ¿En qué textos encontraste la información Matemática necesaria para resolver esta tarea?
- b) ¿Diga el nombre del epígrafe del texto utilizado donde se halló la información?
- c) ¿En qué lugar encontraste los textos que fueron utilizados.
- d) ¿Te fue imprescindible para buscar la información Matemática necesaria la ayuda de tus compañeros, profesores o familiares?
- e) ¿Te fue necesario para resolver la tarea la ayuda de tus compañeros, profesores o familiares?
- f) ¿La información encontrada te permitió resolver con éxito la tarea planteada?
- g) Pudieras haberlo resuelto utilizando otros recursos matemáticos o de computación. Nómbralos.

2- Para resolver una ecuación Matemática necesitas buscar la información Matemática necesaria sobre los tipos de funciones que aparecen en ella, las propiedades que se pueden utilizar según el tipo de función, y el algoritmo necesario para su resolución.

Sean las funciones  $f$  y  $g$  dadas, encuentra los valores de  $x$  para los cuales  $f(x) = g(x)$

$$f(x) = \frac{(x - \sqrt{x}) \cdot x + 3 + 2x + 1}{x + 2} \quad \text{y} \quad g(x) = x$$

Después de realizada la tarea te solicitamos responder de la forma más objetiva y sincera:

- a) ¿Qué tipo de ecuación resolviste?
- b) ¿En qué textos encontraste la información Matemática necesaria para resolver esta ecuación?
- c) ¿Te fue necesario para buscar la información Matemática necesaria la ayuda de tus compañeros, profesores o familiares?
- d) Describe a tu juicio los pasos que consideras necesarios para su resolución.
- e) ¿La información encontrada te permitió resolver la tarea planteada?
- f) ¿Qué conocimientos estudiados en grados anteriores necesitaste para resolver la ecuación dada?
- g) ¿Te fue necesario para resolver la ecuación la ayuda de tus compañeros, profesores o familiares?



## Anexo 30

### Evaluación de la prueba de entrada

Objetivo: medir la factibilidad para la introducción en la práctica de la estrategia.

| Alumno | C. Evaluación | Alumno | C. Evaluación | Alumno | C. Evaluación |
|--------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|
| 1      | 2             | 8      | 1             | 15     | 2             |
| 2      | 2             | 9      | 1             | 16     | 2             |
| 3      | 2             | 10     | 3             | 17     | 1             |
| 4      | 2             | 11     | 1             | 18     | 1             |
| 5      | 1             | 12     | 1             | 19     | 1             |
| 6      | 1             | 13     | 1             | 20     | 1             |
| 7      | 1             | 14     | 1             | 21     | 2             |

Nivel 1 Propedéutico ----- 13 estudiantes 58,4%

Nivel 2 Básico ----- 7 estudiantes 32,1%

Nivel 3 Umbral ----- 1 estudiantes 9,4%

## Anexo 31

### PRUEBA DE SALIDA AL PREEXPERIMENTO.

Objetivo: medir la factibilidad de la introducción en la práctica de la estrategia.

1- Para determinar las propiedades de una función de la cual se conoce su representación gráfica, debes buscar la información Matemática necesaria que te permita poder determinar: dominio, imagen, ceros, intercepto con el eje y, signo de la función, paridad, inyectividad, simetría, intervalos de monotonía, los puntos de máximo y de mínimo.

Sea la función cuya ecuación es

$$F(x) = \frac{x^2 - 2x + 10}{x^2 - 9}$$

1.a) Determina: dominio, imagen, ceros, intercepto con el eje y, signo de la función, paridad, inyectividad, simetría, intervalos de monotonía, puntos de máximo y de mínimo, intervalos de concavidad y los puntos de inflexión.

1.b) Realice su representación gráfica. Puedes utilizar el asistente matemático.

2.-Después de realizada la tarea te solicitamos responder de la forma más objetiva y sincera:

a) ¿Qué tipo de función es  $F(x)$ ?

- b) ¿En qué textos encontraste la información Matemática necesaria para resolver esta tarea?
- c) ¿Diga el nombre del epígrafe del texto utilizado donde se halló la información?
- d) ¿En qué lugar encontraste los textos que fueron utilizados?
- e) Describe el orden de los pasos seguidos para resolver la tarea planteada.
- f) ¿Te fue necesario para utilizar el asistente matemático, buscar la información Matemática recibida anteriormente?
- g) ¿Te fue necesario para resolver la tarea la ayuda de tus compañeros, profesores o familiares?
- h) ¿La aplicación realizada te permitió resolver con éxito la tarea planteada? Explique.

2- Para resolver un problema de optimización necesitas buscar la información Matemática necesaria sobre

¿Qué es un problema de optimización? y ¿cómo resolver estos problemas?

-Responda las preguntas relacionadas con el problema:

La Empresa de recuperación de materias primas, desea construir cajas con tapa, de base cuadrada, para el almacenamiento de diferentes materiales. Las cajas se harán utilizando un material cuyo costo es de 10 Pesos por m<sup>2</sup> cuadrado para el fondo y la

tapa y de \$ 5.0 pesos por m<sup>2</sup> cuadrado para los lados. Si el volumen de la caja debe ser de 16 m<sup>3</sup>.

- a) ¿Calcula las dimensiones de las cajas que minimicen el costo de producción de la misma?
- b) Si se desea construir 200 cajas. ¿Cuánto dinero pagará la empresa?
- c) Argumenta la importancia representa para la economía de nuestro país, resolver problemas como este.
- d) ¿Ponga 5 ejemplos de situaciones de la vida que se puedan resolver mediante la resolución de problemas de optimización?

Después de realizada la tarea te solicitamos responder de la forma más objetiva y sincera:

- a) ¿En qué textos encontraste la información Matemática necesaria para resolver este problema?
- b) ¿Te fue necesario para buscar la información Matemática necesaria la ayuda de tus compañeros, profesores o familiares?
- c) Describe los pasos que utilizaste para resolver el problema de optimización dado.
- d) ¿La información encontrada te permitió resolver el problema planteado?

e) ¿Qué conocimientos estudiados en grados anteriores necesitaste para resolver el problema planteado?

f) ¿Te fue necesario para resolver el problema la ayuda de tus compañeros, profesores o familiares? O ¿el contenido referido al diferencial de una función?

## Anexo 32

### Criterios de evaluación

Objetivo: comparar con la prueba de entrada para determinar la factibilidad de la introducción del asistente matemático en la impartición de los contenidos del Cálculo Diferencial y su implicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje

### CALIFICACIÓN Y CRITERIOS DE EVALUACION PRUEBA DE SALIDA

| Alumno | C. Evaluación | Alumno | C. Evaluación | Alumno | C. Evaluación |
|--------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|
| 1      | 2             | 8      | 2             | 15     | 1             |
| 2      | 2             | 9      | 1             | 16     | 3             |
| 3      | 2             | 10     | 3             | 17     | 1             |
| 4      | 2             | 11     | 2             | 18     | 2             |
| 5      | 1             | 12     | 2             | 19     | 1             |
| 6      | 2             | 13     | 2             | 20     | 2             |
| 7      | 1             | 14     | 2             | 21     | 3             |

Nivel 1 Propedéutico --- 3 estudiantes 15,1 %

Nivel 2 Básico ----- 14 estudiantes 66,0%

Nivel 3 Umbral ----- 4 estudiantes 18,9%

## Anexo 33

Evaluación y análisis para comprobar el grado de aceptación o de rechazo de los alumnos que cursan Matemática I en la carrera de Agronomía de la Universidad de Sancti Spíritus.

Objetivo: comparar con antes y después de la aplicación y determinar su factibilidad.

Como conoces, venimos modificando la manera de impartir la asignatura Matemática. A continuación te ofrecemos algunas proposiciones para que marques del 1 al 5 de acuerdo a como has visualizado la manera en se han desarrollado las clases de esta asignatura después de aplicada la estrategia en comparación con la Matemática que has recibido; siendo el 1 la calificación más baja y 5 la de mayor puntuación. Te rogamos sinceridad en tus respuestas pues ellas son anónimas:

1. En años anteriores la manera de impartir la asignatura de Matemática era (muy interesante) 5 4 3 2 1

(Poco interesante). Durante el presente año la asignatura Matemática I es (muy interesante) 5 4 3 2 1 (poco interesante).

2. El aprendizaje de la Matemática antes de recibirla en la carrera (siempre) 5 4 3 2 1 (nunca) me motivaba a aprender. La Matemática I (siempre) 5 4 3 2 1 (nunca) me motiva hacia su aprendizaje.

3. Antes, al recibir la asignatura de Matemática I (siempre) 5 4 3 2 1 (nunca) utilizaba recursos informáticos. La asignatura Matemática I (siempre) 5 4 3 2 1 (Nunca) me exige su utilización.

4. En los años anteriores los docentes asignaban los mismos problemas o tareas para (todos) 5 4 3 2 1(algunos), según sus conocimientos y preparación. La asignatura Matemática I asigna tareas o problemas para(todos) 5 4 3 2 1 (algunos) según sus conocimientos y preparación.

5. Las tareas que nos asignan las diversas asignaturas (nos orientan) 5 4 3 2 1 (no nos orientan) hacia las acciones y procedimientos a seguir para gestionar nuestro conocimiento matemático. La asignatura Matemática I (nos orienta) 5 4 3 2 1 (no nos orienta) hacia las acciones y procedimientos a seguir para gestionar nuestro conocimiento matemático.

6. La asignatura de Matemática recibida en los años anteriores nos ha hecho ver (siempre) 5 4 3 2 1 (nunca) la utilidad que tienen esos conocimientos para la vida. La asignatura Matemática I nos ha hecho ver

(Siempre) 5 4 3 2 1 (nunca) la utilidad que tienen esos conocimientos para la vida.

7. La asignatura de Matemática recibida en los años anteriores (siempre) 5 4 3 2 1 (nunca) nos compulsaba a utilizar diversas fuentes bibliográficas, informáticas y vivenciales para aprender los contenidos. La asignatura Matemática I (siempre) 5 4



3 2 1 (nunca) nos compulsaba a utilizar diversas fuentes bibliográficas, informáticas y vivenciales para aprender los contenidos y desarrollar habilidades.

8. Antes de recibir esta asignatura (siempre) 5 4 3 2 1 (nunca) me sentí satisfecho con la Matemática. Con la asignatura Matemática I (siempre) 5 4 3 2 1 (nunca) me siento satisfecho.

9. La manera en que se han impartido las clases de Matemática con anterioridad (siempre)

5 4 3 2 1

(Nunca) han sido novedosas para mí por el modo de actuación del docente y su manera de orientar nuestro aprendizaje. La manera en que se han impartido las clases de Matemática I (siempre) 5 4 3 2 1 (nunca) es novedosa para mí por el modo de actuación del docente y su manera de orientar nuestro aprendizaje.

10. Si he de evaluar mi aprendizaje real en las asignaturas de Matemática anteriores, lo puedo catalogar de (excelente) 5 4 3 2 1 (mal). Mi aprendizaje de la asignatura Matemática lo puedo catalogar de (excelente) 5 4 3 2 1 (mal).

Anexo 34

Resultados de la aplicación del diferencial semántico a estudiantes que cursan la asignatura matemática I.

Objetivo: comparar el resultado anterior con el actual respecto a los conocimientos matemáticos y el uso del asistente matemático en la asignatura Matemática I.

| RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL DIFERENCIAL SEMÁNTICO A ESTUDIANTES QUE CURSARON LA ASIGNATURA MATEMÁTICA I. |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|
| EST  | 1 |   | 2 |   | 3 |   | 4 |   | 5 |   | 6 |   | 7 |   | 8 |   | 9 |   | 10 |   |
| 1  | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 5 | 4 | 3 | 5 | 3 | 4 | 2 | 4 | 3 | 5 | 3 | 5 | 3  | 5 |
| 2  | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3  | 5 |
| 3  | 2 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 2 | 5 | 2 | 3 | 5 | 5 | 2 | 5 | 2 | 4 | 2 | 5 | 4  | 5 |
| 4  | 4 | 4 | 5 | 5 | 2 | 4 | 4 | 4 | 1 | 5 | 2 | 5 | 1 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4  | 3 |
| 5  | 3 | 3 | 2 | 4 | 1 | 5 | 1 | 4 | 1 | 4 | 4 | 5 | 3 | 4 | 2 | 3 | 3 | 4 | 2  | 4 |
| 6  | 5 | 4 | 1 | 3 | 1 | 5 | 4 | 4 | 1 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 4 | 3 | 4 | 3  | 4 |
| 7  | 1 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 5 | 5 | 3 | 4 | 2 | 5 | 4 | 5 | 2 | 5 | 1 | 5 | 3  | 5 |
| 8  | 3 | 3 | 3 | 5 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 1 | 4 | 2 | 4 | 2 | 5 | 4 | 4 | 2  | 3 |
| 9  | 3 | 4 | 4 | 4 | 2 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 1 | 4 | 1 | 3 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2  | 5 |
| 10   | 3 | 3 | 2 | 4 | 2 | 5 | 1 | 5 | 3 | 5 | 1 | 3 | 1 | 5 | 3 | 4 | 2 | 4 | 2  | 4 |
| 11   | 4 | 5 | 2 | 4 | 3 | 3 | 5 | 4 | 3 | 5 | 3 | 4 | 2 | 4 | 1 | 5 | 3 | 5 | 3  | 5 |
| 12   | 3 | 3 | 3 | 5 | 3 | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 3 | 3 | 3 | 4 | 1 | 4 | 4 | 4 | 2  | 5 |

|      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 13   | 2   | 2   | 5   | 5   | 4   | 5   | 2   | 5   | 2   | 3   | 5   | 5   | 2   | 5   | 2   | 4   | 2   | 5   | 3   | 5   |
| 14   | 2   | 3   | 5   | 5   | 2   | 4   | 3   | 4   | 1   | 4   | 2   | 5   | 1   | 4   | 3   | 4   | 3   | 3   | 3   | 3   |
| 15   | 4   | 4   | 2   | 4   | 1   | 5   | 1   | 4   | 1   | 3   | 4   | 5   | 3   | 4   | 2   | 3   | 3   | 4   | 2   | 4   |
| 16   | 1   | 2   | 1   | 4   | 1   | 5   | 4   | 4   | 1   | 5   | 5   | 5   | 3   | 4   | 5   | 4   | 2   | 4   | 3   | 4   |
| 17   | 2   | 3   | 4   | 4   | 3   | 4   | 5   | 5   | 3   | 3   | 2   | 5   | 4   | 5   | 2   | 5   | 1   | 5   | 3   | 5   |
| 18   | 3   | 4   | 3   | 3   | 2   | 3   | 3   | 4   | 4   | 4   | 1   | 4   | 2   | 4   | 2   | 5   | 2   | 5   | 2   | 3   |
| 19   | 3   | 4   | 4   | 5   | 2   | 5   | 4   | 4   | 3   | 3   | 1   | 3   | 1   | 4   | 2   | 4   | 2   | 4   | 2   | 5   |
| 20   | 3   | 4   | 2   | 3   | 2   | 5   | 1   | 5   | 3   | 5   | 1   | 4   | 1   | 5   | 1   | 5   | 2   | 4   | 3   | 5   |
| 21   | 2   | 3   | 2   | 4   | 3   | 5   | 5   | 4   | 3   | 4   | 3   | 4   | 2   | 4   | 1   | 5   | 3   | 5   | 3   | 5   |
| Tota |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| I    | 57  | 72  | 64  | 87  | 49  | 93  | 70  | 91  | 53  | 86  | 57  | 90  | 46  | 90  | 49  | 90  | 54  | 90  | 57  | 92  |
| Pro. | 2,7 | 3,4 | 3,0 | 4,1 | 2,3 | 4,4 | 3,3 | 4,3 | 2,5 | 4,1 | 2,7 | 4,3 | 2,2 | 4,3 | 2,3 | 4,3 | 2,6 | 4,3 | 2,7 | 4,4 |

PROMEDIO (P) Antes: Mínima= 2,2 Máxima= 3,3

Después: Mínima= 3,4 Máxima= 4,4

MEDIA Antes: 2,7 Después: 4,2

Aprendizaje anterior: Regular Aprendizaje actual: Bien

Anexo 35

Uso del asistente matemático en la unidad de análisis “diferencial de una función”. Con sus gráficas correspondientes.

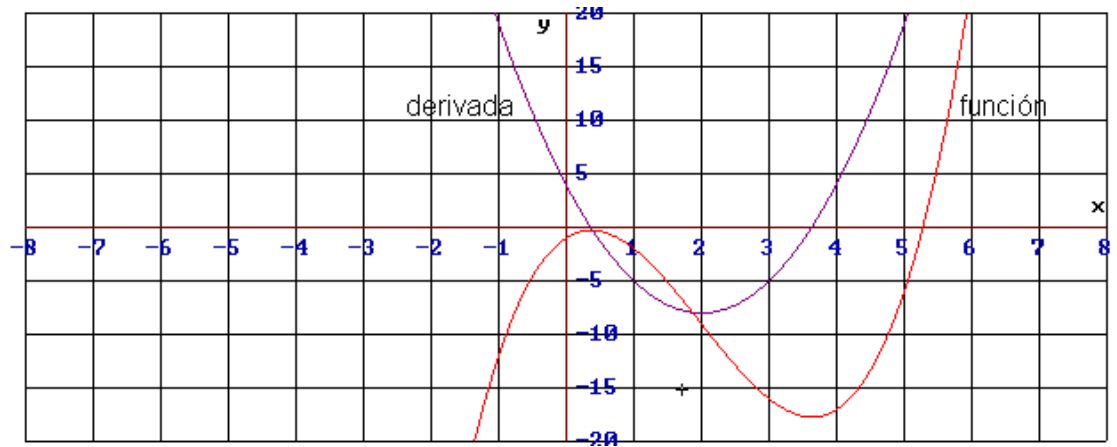
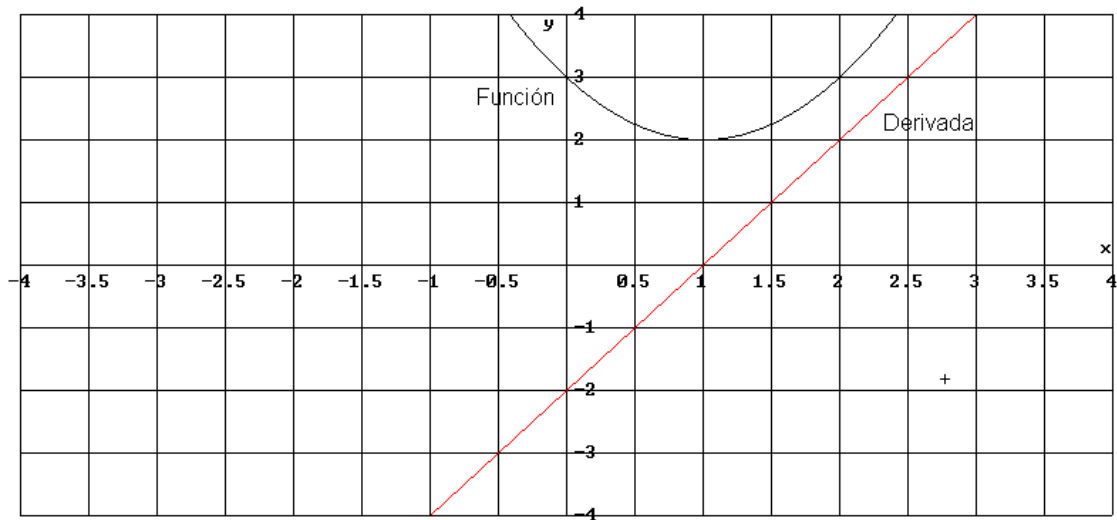
Objetivo: revelar la trayectoria mediacional con el uso de asistentes matemáticos en la unidad de análisis expresada.

| Uso del asistente matemático en la unidad de análisis “diferencial de una función” |   |
|--|---|
| Nombre del elemento  | Uso del asistente matemático                                |
| Situaciones-problemas  | Representación gráfica de funciones.                        |
| Función diferenciable en un punto.   | Representación gráfica de funciones y cálculo de límite.    |
| Diferencial de una función en un punto.  | Representación gráfica de funciones y cálculo de derivadas. |
| Sistema esencial del concepto diferencial de una función.                          | Representación gráfica de funciones.                        |
| Nombre del concepto y notación.  |   |
| Notación convencional de la diferencial de una función.                            |   |
| Cálculo de la diferencial de funciones particulares.                               | Cálculo de derivadas.                                       |

|  |                       |
|--|-----------------------|
| Dominio de la diferencial de una función.  |                       |
| Cálculo de la diferencial de funciones particulares en un punto dado, por el método indirecto. | Cálculo de derivadas. |

Anexo 35. Representación gráfica de la trayectoria mediacional con el uso de un asistente matemático en la unidad de análisis expresada.

Objetivo: ilustrar la trayectoria mediacional con el uso de un asistente matemático en la unidad de análisis expresada.



Anexo 35 (continuación).

